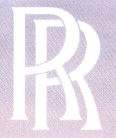


三联生活周刊®
2023.8.14
2023年第33期，总第1251期
www.lifeweek.com.cn
锂电池传
为什么中国新能源汽车世界领跑
为什么全球“锂电之王”出自中国
为什么常州和宜宾能成为“电池之都”
生活·讀書·新知 三联书店编辑出版
国内统一刊号：ISSN1005-3603
CN11-3221/C
邮发代号：82-20 定价：¥15元
生活周刊
33>
771005 360239



SPECTRE



ROLLS-ROYCE
MOTOR CARS
SHANGHAI PUXI



Motors

森那美汽车集团

劳斯莱斯汽车 上海·浦西 | 杭州 | 南京 | 香港 | 澳门

4S旗舰店：上海市青浦区沪青平公路2386号5号楼

徐汇滨江精品店：上海市徐汇区龙台路10号1-M22 (龙腾大道路口)

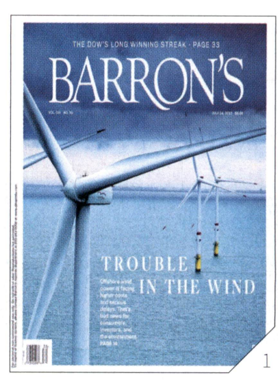

广告
如需注册WHISPERS 请下载并致电
森那美汽车集团 劳斯莱斯授权经销商
销售电话：+86 21 6386 0288
售后电话：+86 21 5159 6288

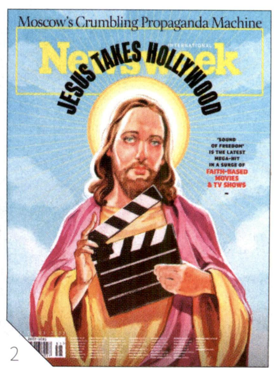


《新科学人》2023.7.29

与人工智能共处

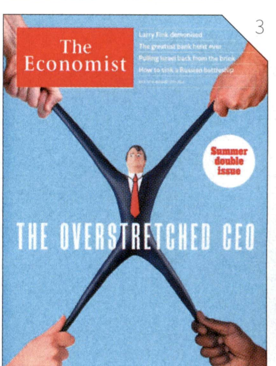
生成式人工智能的时代正在到来，它们正深刻影响着经济、就业、教育和文化。高盛预测，生成式人工智能将在 10 年内使全球 GDP 增长 7%，相当于增长 7 万亿美元。该预测称，人工智能可以节省劳动力成本、创造新的就业机会、提高工人的生产力。根据 OpenAI 公司最近的研究，80% 的美国员工将会有 10% 的工作任务受到这项技术的影响。有学者认为:“不会使用 AI 的人,将被会使用 AI 的人取代。”





1 2

3 4







1 《巴伦周刊》2023.7.24

海上风电危机

海上风电是大型沿海城市减少碳排放的关键，没有它，波士顿、纽约等城市将无法实现绿色发展。拜登计划到 2030 年安装 30 千兆瓦的海上风电设施，为大约 1000 万户家庭供电。但现在，投入使用的海上风电基本为零。该项目面临着成本上涨、供应链尚未完善等问题。国际能源企业壳牌的 CEO 表示，他们不会启动初始回报率低于 6% 的可再生能源项目。目前，至少 8 家跨国公司已悄悄放弃海上风电设施的建设。

2 《新闻周刊》2023.8.4

好莱坞的“耶稣热”

最近，以耶稣、基督教为主题的电影和电视剧在好莱坞一炮而红，例如美剧《天选之子》(*The Chosen*)，吸引了全球 1.1 亿观众。数据调查显示，涉及“积极的基督教 / 救赎”内容的电影占比从 1991 年的 10% 飙升到 2022 年的 59%。与此同时，宗教主题的书籍销量也在上升，今年上半年就销售了 2010 万本，比 2020 年同期增长了 23%。

3 《经济学人》2023.7.29

跨国 CEO 的烦恼

美国跨国公司平均有 8 家海外子公司，像通用汽车这样的巨头则有 100 家。近年来，这些跨国公司的 CEO 不得不像柔术演员一样，在各国政府设定的限制范围内平衡员工、供应商，尤其是股东的需求和利益。与此同时，他们还须谨言慎行，以免招致负面影响。迪士尼前老板查佩克与佛罗里达州州长德桑蒂斯曾就同性恋权利问题展开一场口水战，这也是查佩克丢掉工作的原因之一。现在，CEO 们都在学习如何保持沉默。

4 《科学》2023.7.28

社交媒体对竞选的影响

人们一直关注社交媒体在选举中的作用。2020 年，Facebook（现在的 Meta）在公司高层的支持下，投资 2000 万美元与外部学者合作，开始研究在 2020 年美国总统大选中，Facebook 和 Ins 对关键政治态度和行为的影响。经过三年的研究，结果表明，上述社交媒体通过算法推荐新闻的方式，并未造成用户的两极分化，也不会对关键政治态度、信仰或行为产生有实际意义的影响。


三联生活周刊
三联也做短视频了？
去瞅瞅
扫码关注
B站三联编辑部
三联生活周刊视频号
绘画：范薇



18 **封面故事**

锂电池传

为什么中国新能源汽车世界领跑
为什么全球“锂电之王”出自中国
为什么常州和宜宾能成为“电池之都”



封面故事

封面摄影：蔡小川

2023年第33期，总第1251期，2023年8月14日出版。



www.lifeweek.com.cn

主管 / 主办 Published by

主管：中国出版传媒股份有限公司　主办：生活·读书·新知三联书店有限公司　出版：三联生活传媒有限公司

总编辑 Publisher
宋志军 Song Zhijun

副总编辑 Deputy Publisher
何奎 He Kui

主编 Editor-in-chief
李鸿谷 Li Honggu

副主编 Deputy Editor-in-chief
吴琪 Wu Qi　曾焱 Zeng Yan

主编助理 Associate Editor-in-chief
陈赛 Chen Sai

采编中心 Editorial Center
资深编辑 Senior Editor
陈晓 Chen Xiao
资深主笔 Senior Editor
邢海洋 Xing Haiyang　谢先凯 Xie Xiankai　袁越 Yuan Yue
蒲实 Pu Shi　杨璐 Yang Lu　徐菁菁 Xu Jingjing
薛巍 Xue Wei
主笔 Editor
丘濂 Qiu Lian　苗千 Miao Qian　黑麦 Hei Mai
王海燕 Wang Haiyan　张星云 Zhang Xingyun　王珊 Wang Shan
黄子懿 Huang Ziyi　钟和晏 Zhong Heyan　张从志 Zhang Congzhi
薛芃 Xue Peng
资深摄影 Senior Photography
蔡小川 Cai Xiaochuan　张雷 Zhang Lei　黄宇 Huang Yu
主任记者 Senior Reporter
吴丽玮 Wu Liwei　孙璐璐 Sun Lulu　杨丹 Yang Dan
孙若茜 Sun Ruoxi　艾江涛 Ai Jiangtao　刘畅 Liu Chang
董莹洁 Dong Yingjie　陈璐 Chen Lu　吴淑斌 Wu Shubin
于楚众 Yu Chuzhong
记者 Reporter
李秀莉 Li Xiuli　李晓洁 Li Xiaojie　魏倩 Wei Qian
印柏同 Yin Baitong　肖楚舟 Xiao Chuzhou　张宇琦 Zhang Yuqi
彭丽 Peng Li
新媒体事业部 New Media Department
总监 Director
王海燕 Wang Haiyan
资深运营 Senior Operator
李殊同 Li Shutong　何枫 He Feng
运营 Operator
田慧敏 Tian Huimin　冉佳宁 Ran Jianing　谢永洁 Xie Yongjie
刘姝颖 Liu Shuying

专栏作家 Columnist
朱伟 Zhu Wei　张斌 Zhang Bin　朱德庸 Zhu Deyong
卜键 Bu Jian　唐克扬 Tang Keyang

特约插画师 Special Illustrator
范薇 Fan Wei

视觉设计中心 Vision Design Center
视觉总监 Visual Director
邹俊武 Zou Junwu
设计总监 Design Director
王小菲 Wang Xiaofei
美术编辑 Art Editor
黄罡 Huang Gang　刘畅 Liu Chang
图片副总监 Deputy Photo Director
覃柳 Qin Liu
图片编辑 Photo Editor
陈喆 Chen Zhe　韩雅丽 Han Yali
编务总监 Coordination Director
程昆 Cheng Kun

三联生活传媒有限公司 Sanlian Life Media Co., Ltd.
总经理 General manager
李鸿谷 Li Honggu
副总经理 Deputy General manager
李伟 Li Wei　吴琪 Wu Qi　曾焱 Zeng Yan
总经理助理 Associate General manager
贾冬婷 Jia Dongting

经营拓展部 Business Development Department
总经理 General manager
李伟 Li Wei

广告部 Advertising Department
总监 Director
连华伟 Lian Huawei
副总监 Deputy Director
孟蕾 Meng Lei　施进 Shi Jin
生活市集事业部 LIFE Market Department
总监 Director
李晔 Li Ye
生活实验室事业部 LIFELAB Department
总监 Director
刘刚 Liu Gang
定制内容部 Branded Content Department
总监 Director
沈艺超 Shen Yichao
副总监 Deputy Director
张弛 Zhang Chi
原生内容部 Original Content Department
总监 Director
樊月姣 Fan Yuejiao
副总监 Deputy Director
张婷婷 Zhang Tingting

中读 + 人文城市 ZHONG Read & City for Humanity
执行总编辑 Executive Publisher
贾冬婷 Jia Dongting

内容总监 Content Director
俞力莎 Yu Lisha
行政总监 Administrative Director
钦峥 Qin Zheng
运营总监 Operating Director
李琳 Li Lin
技术副总监 Deputy Technical Director
卢威澎 Lu Weipeng
产品副总监 Deputy Product Director
林思好 Lin Sihao
松果生活总监 LIFE+ Director
蔡华 Cai Hua

行政管理中心 Administration Center
行政主任 Office Manager
庄山 Zhuang Shan
财务总监 Financial Director
袁玉兰 Yuan Yulan
法务总监 Legal Director
陈茂云 Chen Maoyun

发行中心 Circulation Center
总监 Director
周旭 Zhou Xu
总监助理 Associate Director
潘海艳 Pan Haiyan

业务拓展 Business Development
王东东 Wang Dongdong　刘琳瑶 Liu Linyao
刘畅 Liu Chang
线上发行业务 Online distribution business
王霄 Wang Xiao　李振宇 Li Zhenyu
王荻 Wang di　陆佳杰 Lu Jiajie
姚贺梅 Yao Hemei
线下发行业务 Offline distribution business
杨雪梅 Yang Xuemei　嵇晓萌 Ji Xiaomeng
李涛涛 Li Taotao

社址：北京市朝阳区霞光里 9 号 B 座
邮编：100125
商务推广合作电话：(010) 84681038
联系人：连华伟
E-mail：lianhuawei@lifeweek.com.cn
中读＋人文城市合作电话：(010) 84681395
联系人：蔡华
E-mail：caihua@lifeweek.com.cn
图书出版合作电话：(010) 84681019
联系人：赵翠
E-mail：xingdu@lifeweek.com.cn
采编中心热线电话：
(010) 84681030 84681029（传真）
E-mail：letter@lifeweek.com.cn
读者服务热线电话：
(010) 84050425/51
E-mail：dzfw@lifeweek.com.cn

印刷：北京利丰雅高长城印刷有限公司
电话：(010) 59011318
物流总代理：北京双禾物流有限公司
电话：(010) 61256299
广告许可证号：京东工商广字第 0063 号
期刊登记证号：ISSN 1005-3603 CN11-3221/C
邮发代号：82-20
定价 Price：￥15.00 $8.00 港币 20.00
本刊为中国国际航空股份有限公司、
中国南方航空公司、法国航空公司、
美国联合航空公司机上阅读刊物

如何购买《三联生活周刊》

读者朋友，购买本刊请登录官网商城
shop.lifeweek.com.cn
或到当地邮局办理，本刊代号 :82-20

也可直接向本刊读者服务部咨询
电话 :010-84050425 84050451

另外，本刊在下列城市经销商的联系电话：

上　海：上海鸿锦文化传播有限公司 18017668286
成　都：四川尚和文化发展有限公司 (028) 86667805
重　庆：重庆弘景文化传媒有限公司 (023) 86359776
南　京：南京星与火文化有限公司 (025) 83327129
杭　州：杭州华鸿图书有限公司 (0571) 88256120
广　州：南方都市报广州发行部 (020) 87376490
武　汉：武汉春秋书店 (027) 85493562
西　安：陕西五环文化传播有限公司 (029) 87427853
昆　明：昆明尚云图书报刊有限公司 (0871) 64122816
沈　阳：新中山文化传媒有限公司 (024) 23883566
哈尔滨：黑龙江视博图书经销有限公司 (0451) 88382909
青　岛：盛世飞龙图书有限公司 (0532) 83840608
济　南：山东前沿文化传播有限公司 (0531) 82055155
长　春：吉林九歌图书有限公司 (0431) 82752206
大　连：大连渤海书店 (0411) 84609410
南　昌：江西省邮政报刊零售公司 (0791) 88820509
太　原：山西森艺文化传媒有限公司 (0351) 7065397
贵　阳：贵阳尚和图书报刊有限公司 (0851) 5661974
兰　州：兰州大漠天马图书有限公司 (0931) 8521090
郑　州：河南大河书局有限公司 (0371) 67647337
天　津：天津市文馨图书销售有限公司 (022) 87080096
河　北：兵行天下图书发行有限公司 (0311) 83035788
新　疆：乌鲁木齐大漠骏马文化传媒有限公司 13999859711
内蒙古：呼和浩特融联书店 (0471) 6263358
深　圳：深圳市新宏博文化传播有限公司 (0755) 82055352
长　沙：湖南国闻书局书报刊配送有限公司 (0731) 82253036

本期广告目录


扫描二维码直接
下载中读客户端


新浪微博 @ 三联生活
周刊或扫描二维码


微信搜索 Lifeweek
或扫描二维码

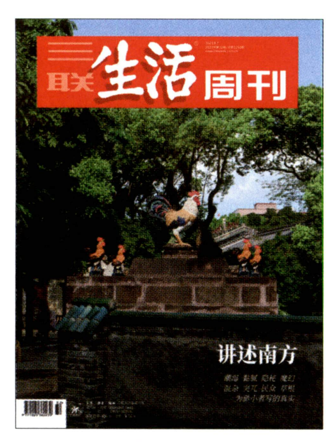

扫描二维码下载
松果 APP

手机报订阅：移动用户发送短信 SLZK 到 10658000，包月 8 元，周一至周六每日一期。

网络支持    

新浪网官方微博：http://weibo.com/lifeweek　腾讯网官方 QQ:800033183





2023 年第 32 期，总第 1250 期

讲述南方

这些可爱的南方小城，或许也是很多城市青年的文艺向往。（@ 谦哥）

一方水土养一方人，作者和导演对于某片土地的情怀，是能够在作品里被观众细腻地感知到的，最近的影视作品让我一个土生土长的北方人认识了更多南方的小城市。正好看到了这一期杂志，原来一个重新被讲述的南方也是一个变化中的文化现象，有时间一定要亲自到这些南方城市走一走！（@ 东云时雨）

关注《三联生活周刊》公众微信平台（lifeweek），回复您对封面故事的评论，精彩留言将刊登在下一期杂志中。

人老先老眼

早就听说过“人老先老腿”。按照这种说法，我现在还很年轻，因为每天上下 7 楼，轻轻松松。然而我知道这种说法肯定过时了，无论自己还是周围同龄人，最先感受到老，往往缘于眼睛看不清了。

我 49 岁那年，父亲患结肠癌做了手术，在右腹部开了个造口。住院期间用的是进口造口袋，20 多元一个，每天更换。这种造口袋使用很方便，袋子上方有一根很细的金属条，两边一折就合拢了，放的时候将金属条拆开就行了。然而轮到我“值班”陪护时，这番操作便成了难题，我总是不能准确找到金属条的位置。有几回袋子里的粪水即将“爆仓”，却又解不开，父亲很急，我更急。

“你的眼镜度数肯定又加深了，赶紧去换一副新的……”父亲对我说。我去了眼镜店，验光半小时，都没能找到一个合适的度数。怀疑有老花眼，试了几副老花镜，也不行，于是不了了之，给父亲清理造口袋的活儿，尽量交给家里其他人做。

过了一年，忽一日感觉左眼光感黯淡。闭上右眼，用左眼看报纸，上面的每一个字都缺胳膊断腿，难以辨认。于是我着了慌，赶紧去医院检查，查出眼底出血、视网膜静脉梗阻，同时确诊糖尿病。可能高血糖持续的时间比较久了，双眼都已出现白内障。我这才知道之前之所以配不到合适的眼镜，是因为白内障。可惜眼镜店店员没什么医学知识，我自己也没有及时就医。

有了这番经历，我“挽救”了不少亲友。颇有几位 50 岁上下的朋友，已经感觉视力越来越模糊，他们无不以为自己老花眼了。他们觉得老花眼是变老的开始，心理上十分排斥，没有一个人是马上去配老花镜的。我提醒他们，最好拿一个药瓶自我测试一下。如果戴着近视眼镜看不清，摘下眼镜反而能看清药瓶上的字，或许真是老花眼。无论戴不戴眼镜，药瓶放在眼前或拿远一点，上面的字看起来都很模糊，很可能已经得了白内障，最好去医院查查血糖是否正常。通过我的提示，有几位亲友查出了糖尿病，避免了日后“眼中风”造成失明的风险。

为什么以前“人老先老腿”，如今却从眼睛开始老起？或许因为以前绝大多数人是体力劳动者，其中农民居多，腿脚消耗最大。如今大家体力消耗少了，眼睛消耗大；而且生活过好了，营养过剩又不太运动，糖尿病高发，而糖尿病最容易破坏相对脆弱的眼球。

我在眼科病房住院时，看到好几位五六十岁就已失明的初老族。“采访”了一下他们，假如两害相权，截去下肢和瞎掉双眼，选哪一项？他们都选前者，瞎了似乎比肢残更可怕。所以面对“人老先老眼”，需要引起足够重视。一旦眼睛模糊了，赶紧去医院，不要还没领到老年证，先领到了残疾证。（读者 @ 朱辉）

本期截稿时间：8 月 7 日 19 时。本栏目欢迎来信，投稿请发信到：letter@lifeweek.com.cn



绘画：老牛
阅读之美
喧嚣时代 给灵魂一个栖息之地
在这里，有杂志有书籍
还有各种美好的趣味
天猫旗舰店
微信书店

地形、河道与水患

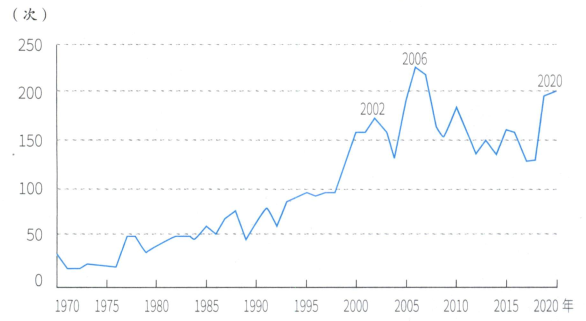
文 · 邢海洋

一场罕见的暴雨与洪水袭击了京津冀，北京的南大门涿州受灾最重，洪水漫上楼房，多个仓库里的图书被泡，村民被困。京津冀的地势如何影响涿州？

华北平原的水系，先得从黄河说起。含沙量世界第一的黄河塑造了华北平原，也给平原泄洪带来了隐患。出了山，黄河在我们勤劳的祖先一代代地筑堤和加固中，变成了地上河，也彻底打乱了黄淮海平原的水系状态，黄河成了大平原上的分水岭，北面的水全汇入海河，南面的水则流入淮河。黄河在大平原上拦了一道，给夏日汛期的大平原泄洪带来了麻烦，本来应该帮助导水，却阻断了水流，以至于诸如2021年郑州发生“7·20”洪灾，洪水多日宣泄不下去。

黄河高耸于华北平原之上，带给海河的是更大的集水面积。集水面积大也并非一项弊端，可海河的集水，都来自于西面的太行山、北面的燕山，流域纵向没有深度，所有的支流都很短小，可流域的南北方向却非常宽，一旦区域内发生大暴雨，所有的水都从四面八方汇到天津的出海口，这就给下游造成了极大的压力。

恰恰南北走向的太行山巍峨高耸，海拔一两千米，阻挡住来自太平洋的水汽，形成地形雨，若再赶上蒙古高原上的高气压带阻挡，海洋上的水汽将倾泻于此。台风给太行山带来的大洪水有史可查，如1972年7月底的“7203”号台风，1996年8月初的“9608”号台风。1963年海河流域的大洪水，也是爆发于太行山山前地带。那次大雨下了7天，降水量达到600亿立方米，冀中、冀南平原及天津市南郊的广大地区变成一片汪洋。中国上世纪60年代的“根治海河”口号就是那次提出来的。600亿立方米是个什么概念？只要对比一下黄河全年500亿立方米的径流量就有直观的认识了。

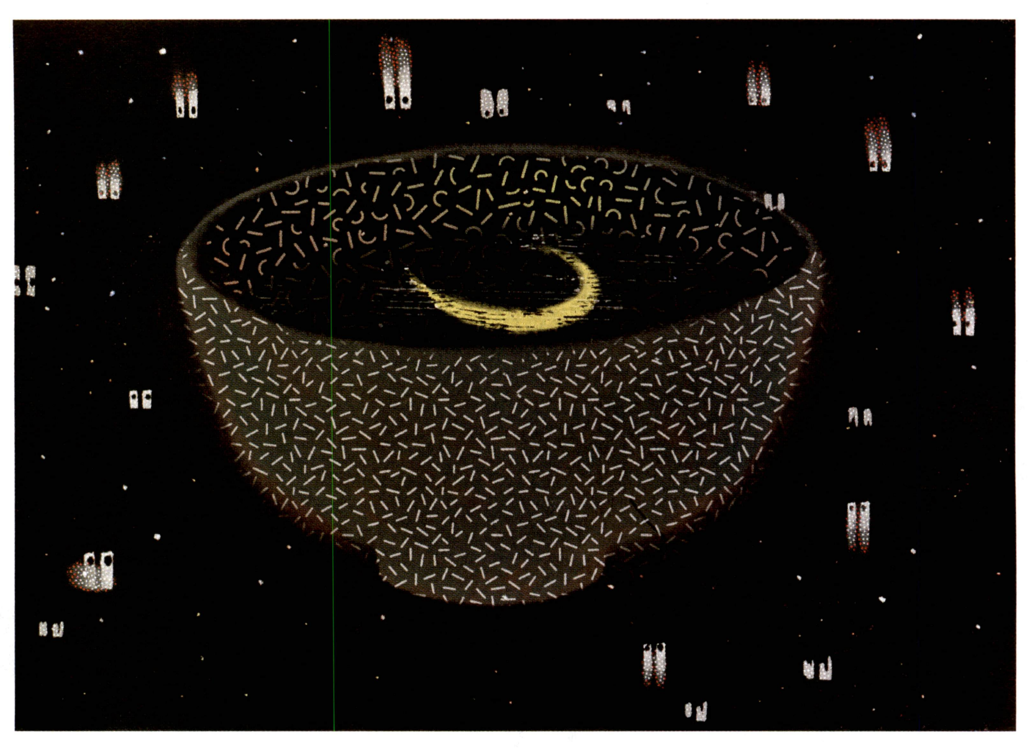


这次涿州洪水阻滞，一片泽国，就有人在想为什么不是北京、天津或者雄安。其实只要了解北京城海拔50余米、涿州城区海拔38米就会明白了。北京在上游，涿州在下游，涿州若分洪，保的是更下游的天津。天津的海拔只有三四米，九河下梢，是整个海河流域最低的地方。1963年那次大洪水，保天津、保铁路，静海20万人连夜转移，就是天津郊区分流洪水，让水流从天津城外过境。

也正因为那次大洪水，以及“大跃进”时期“大干快上”的氛围，海河流域人民按照统一规划、综合治理的方针，从上游到下游，从支流到干流，对海河水系进行了全面根治。如今的海河早不是单流入海，而是沿着渤海湾挖通了多条河道，如潮白新河、子牙新河、漳卫新河等，多流入海，天津的压力减轻了不少。不过，这次暴雨中山洪暴发最猛烈的两条河流——永定河与拒马河，还都汇入海河干流，在天津入海。

海河的支流基本呈放射状，从太行山流出，流向渤海湾。流过涿洲城的拒马河却突然拐弯向南，通过白沟河奔向白洋淀方向，这着实使人不解。但了解了白洋淀的地势也就明白了，那里要比涿州低得多，通常白洋淀水面的海拔也就六七米，安新、雄县县城的海拔也不过10米，那里是华北之肾，地势低洼，是汇水之地，也极易被洪水淹没。

有着较大的落差，且上游洪水频繁，白沟河自古就是条多灾害的河流。据调查，1917年千河口最大洪水流量为1.46万立方米/秒，1963年上游张坊水文站实测洪水流量为9920立方米/秒，平时水流量不过个位数。水流量急剧放大千百倍，是任何河流都难以抵御的。



栏目插图·范薇

室温超导盛宴

韩国一研究团队此前在预印本网站 arXiv 发表论文称，一个被命名为“LK-99”的材料可实现室温超导，瞬间引燃全球。室温常压超导被视作“第四次工业革命”的代表性技术，一旦实现，将带来全新的技术革命。随着一些实验室传出验证的消息，对超导概念的炒作席卷全球。但该研究团队成员称，论文存在缺陷，系一位参与者擅自发表。

制造业仍收缩

7 月制造业采购经理指数（PMI）为 49.3%，已连续 4 个月处在收缩区间，但较上月上升 0.3 个百分点，制造业景气水平有所改善。非制造业 PMI 为 51.5%，比上月下降 1.7 个百分点。从 PMI 构成看，作为支柱的新订单指数为 49.5%，上升 0.9 个百分点；反映就业趋势的从业人数指数未见改善。



奢侈品亮“红灯”

二季度，LVMH 美国市场销售额同比收缩 1%，罕见地出现负增长，古驰母公司开云集团北美部门二季度的销售额同比下降 23%。巴宝莉和普拉达在美洲地区的销售额也都出现了下滑，分别下降 6% 和 8%。全球 40% 的百万富翁生活在美国，可奢侈品销售一直未与其财富匹配，美国的人均豪华手表消费水平仅为英国的三分之一。

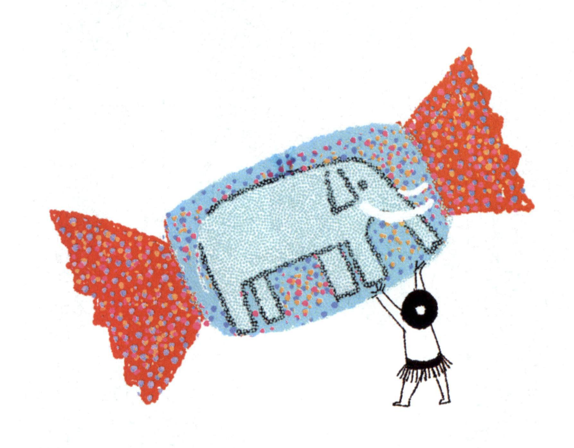
买香港的保险

内地的投资者正在加快分散资产，香港保险就是一项。1～3月，内地客户在香港购买保险的金额达到上年同期的27倍。据说，为了确保孩子留学等未来的教育资金充足，很多人用美元等外币购买保险，着眼于长期投资。通过香港的保险可以间接投资全球的股票及债券，还可以根据未来的资金需求将资产换成英镑及加元等其他货币的投资品。

穷玩车，富也不玩表

美联储的激进加息，至少引发了一种“通缩”，那就是奢侈手表二级市场的溃败，所谓“劳力士衰退”。WatchCharts整体市场指数追踪劳力士、百达翡丽和爱彼等60种顶级品牌手表的价格，该指数已从2022年3月的峰值下跌32%。其中，劳力士表指数下跌27%。过去12个月里，价格在5万至10万美元之间的手表价格下跌15%以上。





糖价涨 24%

食糖贵了。7月28日，一级白糖经销价为7160元/吨，较年初上涨约24%。甘蔗主产区广西，去年干旱和洪涝相继，榨季累计入榨甘蔗4122.13万吨，同比减少897.28万吨。国内白糖年产量在1000万吨左右，而消费量约为1500万吨。进口方面，今年泰国预计减产15%左右。厄尔尼诺现象给甘蔗产量带来不确定性，贸易商持看多立场。

“村 BA”吸金力

经过两个多月的比拼，贵州“村超”迎来总决赛，车江一村队获得冠军。除了“村超”，“村 BA”篮球赛事也备受关注，慕名而来的游客络绎不绝。自7月15日开赛以来，台盘村篮球场上的比赛从白天打到深夜。当地村民紧紧抓住商机，民间赛事带动“村经济”发展。据统计，从去年7月至今，贵州台江县共接待游客200余万人次，实现旅游收入23亿元。


(站酷海洛 供图)

焦虑的两性区别

新冠疫情期间特殊的生活经历对女性和男性的心理健康带来哪些不同的影响？德国维尔茨堡大学的社会神经科学团队随机选取了近3000名志愿者，对他们在全球疫情大流行第一年的心理健康状况进行问卷调查。参与者的年龄从34岁到85岁不等，中位数为60岁。研究结果显示，焦虑在受访者的疫情经历中占据核心位置，而在两性之间，导致焦虑的因素存在显著差别——男性的焦虑主要来自对工作的担忧或失业压力，女性的焦虑水平则与她们对亲人和朋友的担忧更加同步。研究者还指出，女性对来自朋友和家人的支持显示出更积极的反馈，而在男性中，这一相关性并未体现。

好消息



AI 助瘫痪者康复

美国费恩斯坦研究所开发出一种可植入瘫痪患者大脑的微芯片，首次利用人工智能算法为患者的大脑、身体和脊髓建立"电子桥梁"。根据该团队近期公布的最新进展，第一位植入芯片的患者在术后4个月得以恢复手部的运动和感觉，臂力增加了一倍多。



山核桃预防肥胖

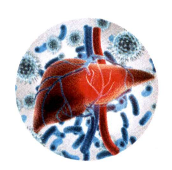
美国得克萨斯州农工大学的一项新研究发现，当采用高脂肪食谱的小鼠每日摄入山核桃，它们的能量消耗提高，肝脏代谢能力增强，机体失调和轻度炎症减少。研究者认为，山核桃在控制体重、预防糖尿病和抗炎症方面的作用可使其成为一种超级食品。

坏消息



早产儿药物的危害

《英国医学杂志》上的一篇论文指出，常用于提高早产儿生存率的皮质类固醇可能对婴儿健康造成长期影响。研究者在分析了160万个病例后发现，约有40%在产前接触类固醇的胎儿是足月出生，而这些足月儿出现呼吸、生长和神经发育问题的风险增加了。



丙肝患者死亡风险

来自英国和加拿大的研究团队通过一项迄今最大的同类研究发现，与普通人相比，丙肝感染者即使在实现病毒学意义上的治愈后，仍面临更大的死亡风险。根据病情的不同阶段，丙肝患者的死亡风险高出3至14倍。肝癌、肝功能衰竭和饮酒是导致更高死亡率的主因。

《西游记》适宜作儿童读物。在古典文学之中，缺乏童话。《西游记》的神魔故事，接近童话色彩，并不像有些神怪小说多含迷信及恐怖色彩。玄奘到印度求经在中国史上是突出的有冒险勇往精神的。他的故事可以激励人们的冒险精神。缺点是磨难太多，大同小异，贪多务得，不比《水浒传》的写同类事件，绝然不同。

——北京大学教授浦江清，《浦江清讲透四大名著》

在300年前，对于人们来说，没有什么比女巫更自然而然的事儿了。她们能从林中的柳树皮下取出汩汩的鲜牛乳或葡萄酒，她们还能够随意变身为山猫、野狼或乌鸦……谬误与荒诞已足够糟糕，然而，唯有当人们想要在其中引入秩序和统一时，它们才开始变得极度危险，对于女巫的信仰就是如此。

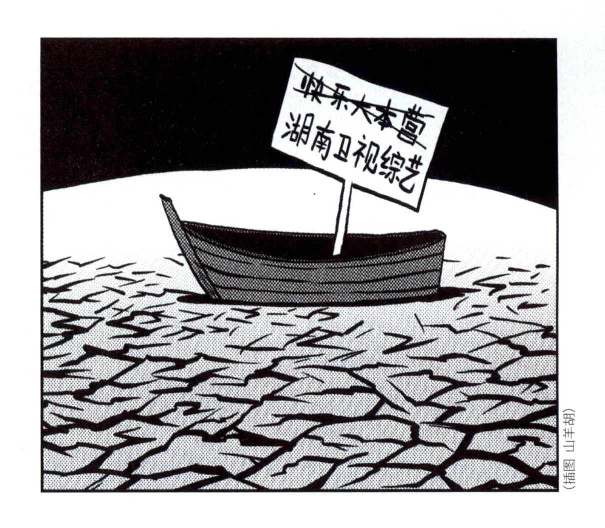
——德国哲学家瓦尔特·本雅明，《本雅明电台》

我们期望能在无事发生时制造事件，没有英雄时制造英雄，足不出户就能身处他地。期望随心所欲地创造艺术形式，将小说变成电影、电影变成小说，把交响乐变成氛围音乐……我们持有、培养、不断扩张这些过度的期望，因此创造出对幻觉的需求，并用这些幻觉自我欺骗。

——美国历史学家丹尼尔·布尔斯廷，《幻象》

如果一个人想要进行思考，他必须避开公共领域的灼灼凝视，这样才能体验思想的无声对话。阿伦特将这种对话称为“合二为一”，即一个人跟自我的对话。思考是一个自我理解的过程，是对自我的认知。当一个人体验到思想的无声对话，思考的自我是一分为二的；当一个人重新显现于世，自我便再次复原为一体。在这一思考空间里，一个人可以直面自己的经验、自己的信仰，以及自己既往的思想。

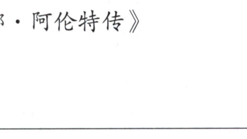
——美国学者萨曼莎·罗斯·希尔，《我愿你是你所是：汉娜·阿伦特传》



（插图 山羊胡）

我们不可能都是圣人，可是如果我们之中没有神圣的人，那我们甚至连人都不是。他们为我们指明方向。他们向我们展示，超越之路对我们来说是一种可能性。

——英国社会学家齐格蒙特·鲍曼，《将熟悉变为陌生》



数字

3.2
吨

瑞士日内瓦街头近来出现了可以免费存取食物的公共冰箱，方便餐馆和家庭将吃不完的食物存放其中，供有需求的市民自取，每年的运营成本约4万美元，一台冰箱一年节约了3.2吨食物。

3000
米

东方航空公司成为国内首家实现3000米以下开放使用Wi-Fi的航空公司。飞机在3000米以下的高度一般是处于起飞和降落阶段，一前一后时长约15分钟，这段时间恰恰是旅客上网需求较高的时段。

18
年

8月2日，加拿大总理贾斯汀·特鲁多和妻子索菲正式分居。这似乎意味着，这对夫妻长达18年的婚姻走向终点。他们育有两子一女。

养狗与养猫

文 · 程一鸣　图 · 谢驭飞



养狗和养猫是两种截然不同的感受。狗忠诚热情、重情重义，时刻以主人为中心，你一叫它，它像一直为你待命似的，竖着耳朵欢快地奔你而来，让你感觉被郑重地对待，跟狗相处，总是有付出后的回报感；而猫则相反，猫有它自己的世界，它总是将自己摆在首位，当你叫一只猫的时候，除非你身上有能对它产生吸引的事物，否则猫不会搭理你，无论和猫相处多久，你都能感觉到它在提防你，猫天性中的自私自利，让人觉得不爽快、不义气。

人在狗身上享有的权利多一些，人们天然地认为，狗要有一定的大局观，要懂得替家庭分忧，要过得苦点累点。在乡下，狗是廉价的保安，担着看家护院的职责。在城里，在主人忙碌了一天后，给予主人一定的情感慰藉，也是一只狗的基本素养。而人对猫则全无所求，尤其在鼠患问题已经有多种解决方式的当下，猫对一个家庭来说，已无实际用途。于是猫降临到一个家庭，纯粹是来享福的，在很多家庭里，猫甚至过得比人还精致。而猫越高冷，人越觉得其高贵，更是加倍地对猫好。

我家以前的生活重心在乡下农场，那时正处于事业爬坡期，家里养了很多条狗。那些狗对主人寸步不离，它们时刻竖着警觉的耳朵，帮助家人提防危险，让主人感到放心、踏实。虽然它们也有不听话的时候，但你训斥两句，它们全不当回事，转头即忘。这些狗的要求也很少，对吃住全不挑剔，只要对它们好一点点，它们便十分感激满足了，仿佛这些狗降临的使命，便是同家人一起同甘共苦。

后来家里的事业基础逐渐稳定，生活重心向城市转移，朋友赠送了一只猫，家人便将其作为生活的点缀养了起来。养猫的心态和养狗不同，养猫更像是接待客人，对它要好吃好喝地供着，轻易不敢劳烦打扰。而这只猫也确实把自己当作贵宾，它饿的时候，会冲你“喵喵”直叫，责备你招待不周;在吃饱之后，却又继续对你不理不睬，仿佛是你欠它的。即使它在游手好闲时，不小心打碎个杯子，你也不敢大声呵斥。

我有时会为狗感到不平，凭什么狗就该吃苦受累，猫就该养尊处优？不过，如今很多城市家庭里的狗，也养成了猫的样子，被打扮得花枝招展，一副精致利己之态；也有命运悲惨的猫，被主人抛弃之后，流落街头，寒酸穷苦，甚至捡起了捉老鼠的本行。

想来猫和狗遇到怎样的主人，几乎就是它们各自“命运”的全部了吧。在物质丰富的当下，人们养一只生灵，越来越不会计较它们所带来的实际贡献了，或许生灵的个性，便会决定它们的生活水平。若狗自私一些，懂得为自己争取些权利，那狗的日子自然会过得好一点，起码不会对人尽心付出后，还被用来做谩骂之语；而猫若能在家道变故之际，体谅主人的难处，让主人产生情感上的依靠，那很多猫也会避免流浪的不幸。可惜的是，狗也好，猫也罢，只会遵循自己的天性行事。

如何对抗炎热

文 · 张天骄　图 · 谢驭飞



对于人类来说，离开家乡前往异域，除了需要克服对丛林中射出的毒箭、海岛唱歌的妖女以及山洞里的史前怪兽的恐惧以外，温度是一个永恒的话题。它不仅仅会带来体感上的不适，还伴随着其他一系列问题。

习惯了国内一年平均气温 6 ～ 12℃的英国人对高温是极端敏感的，到一个炎热的地方真的不啻于一场冒险。在阿婆的小说里，侦探波洛曾经谈到炎热“会造成轻微脱发”。而在毛姆那本因为过多如实描写东南亚生活导致若干朋友和他断交的《木麻黄树》里，你会看到很多炎热产生的附带品。毛姆对常年炎热区域的定性很是魔幻：“这个地方更容易让人衰老。”他还把很多英国人的酗酒、嗜赌甚至犯罪都归结于气候，而蚊虫的叮咬又会带来各种疾病，如发烧、疟疾甚至谵妄。此时，你会觉得这些异乡人所做的一切又是那么的情有可原。而“日不落”更像是一个隐喻，永远追逐着太阳，随之而来的除了炎热，还有炎症。

事实上，英国人并不全是靠酒精和纸牌来消极对抗炎热带来的昏睡以及传染病。他们把骑楼从欧洲引进到印度、马来亚、新加坡等地。这种底层沿街面后退且留出公共人行空间的建筑物后来又被中国人学会了，在沿海地区留下了很多知名建筑。

看了《霍乱时期的爱情》，你会觉得土生土长在炎热之地的人们有时候反倒不清楚如何躲避酷暑。“加勒比地区的人有一种迷信，以为打开门窗可以将实际上并不存在的凉爽引至屋内。在这里出生并长大的乌尔比诺医生和他的妻子，起初也曾因门窗紧闭而感到压抑，但最终，他们还是采纳了罗马人抵御炎热的绝妙法子，即在令人昏昏欲睡的八月紧闭门窗，不让街上炽热的空气钻进来，等到了晚上再全部敞开，让凉风入户。从那时起，他们家便成了拉曼加区炎炎烈日下最为凉爽的处所。”

比起渺小人类抵抗高温的方法，看神话故事则有一种畅快淋漓感。到了火焰山，师徒都觉得“热气蒸人”，猪八戒说出了一段典故：“西方路上有个斯哈哩国，乃日落之处，俗呼为‘天尽头’。日乃太阳真火，落于西海之间，如火淬水，接声滚沸。此地热气蒸人，想必到日落之处也。”这个答案当即被孙悟空否定，不过他否定的不是“斯哈哩国”的存在，而是那地方还远，他们并未走到。地域的争论没有带来降温的方法，平时要雨得雨要风得风的孙悟空也是打了好几场架才算解决，最终让这里成为了风调雨顺之地。

神话中的酷热也不过如此，再热就是突破认知。然而，文科生的想象力终究是有穷尽的，唯有高级工程师才能给出在最高温度下生存的标准答案：面对三个没有规律运转的太阳，唯一应对的方式就是脱水，然后期待下一次的复活。

本栏目投稿信箱为：roundtable@lifeweek.com.cn



锂电池传

为什么中国新能源汽车世界领跑
为什么全球“锂电之王”出自中国
为什么常州和宜宾能成为“电池之都”



（蔡小川 摄）

中国新能源汽车爆发式增长，从第 1000 万辆到 2000 万辆只用了 17 个月

主笔 · 杨璐

最近三年来，中国的新能源汽车给人的感觉是爆发式增长。2020 年 9 月，中国新能源汽车生产累计突破 500 万辆，这才刚刚好完成了《节能与新能源汽车产业发展规划（2012 ～ 2020 年）》提出的目标。然后，发展突然提速。2023 年 7 月 3 日下午，中国新能源汽车的第 2000 万辆在广州下线，从第 1000 万辆到第 2000 万辆只用了 17 个月的时间。

出口也有让人惊讶的消息。2023 年上半年中国整车出口量超过了日本，成为汽车第一出口国，并有望在今年成为全球第一大汽车出口国。出口的价值是，在激烈的国际厮杀中活下来，如烈火炼金。日本汽车工业的崛起就因为一直以出口为导向。联想到这样的背景知识，中国汽车上半年的出口数字，分量很重。

中国新能源汽车的爆发，国际上也在讨论。非常多的国外博主制作短视频测评中国的新能源汽车，时政新闻媒体讨论中国对传统汽车强国形成的竞争压力。它们认为，新能源汽车和它的核心部件锂电池，是现在国与国之间最重要的产业战场之一。《经济学人》杂志最近还在发问:“为何全球电池产业无法剥离中国？”

我们觉得它是一个中国特色的故事，通常情况下，商业创新来自于市场力量，新能源汽车的发轫却有政府的强力推动。它也是进阶的中国制造业的一个标本。关于制造业发展里讨论的很多核心问题，在新能源汽车行业都有体现。我们也希望通过这篇报道，能够刷新普通人对制造业的印象。作为一个全球范围内的优势行业，它的制造能力、生产环境、研发投入、对工人的要求等，已经跟中国传统的工厂差别很大。

我们来讲这个故事，选取了动力电池的发展为视角。新能源汽车取得不错的成绩，主要原因就是中国的动力电池产业领先全球。它相当于新能源汽车的心脏。人们买新能源汽车，最担心的跑不远、趴窝、掉电快、自燃等问题，全都跟动力电池相关。动力电池不仅关乎汽车的功能，也关乎汽车的售价。它目前占整车成本的 40% 到 60%。如果你去逛过新能源汽车展示厅，就会有直观感受，一旦问到续航，店员不但告诉你续航里程，还会讲电池的生产厂家。燃油车领域，我们难以想象汽车配件的公司在消费者面前也能拥有姓名。

发展新能源汽车是一项国家战略。它看起来是这三年逐渐走进大众视野，实际上却是超过 20 年的谋划。大家可还记得 2008 年金融危机之后，政府部署的“4 万亿人民币经济刺激计划”。当时，我们的关注点在它主要投资的铁路、公路和基础设施上。“铁、公、基”至今都在影响我们的生活。

鲜为人知的是，以“4 万亿”为契机，新能源汽车被定为“新一轮经济增长的支柱产业”。我们采访了时任国务院发展研究中心党组书记、副主任的陈清泰，他对汽车技术和产业有丰富经验和研究。新能源汽车发展过程中，是遇到过很多岔路和低谷的。我们今天看到的很多新能源汽车的政策，背后有他的呼吁。陈清泰回忆，他和经济学家吴敬琏认为，经济危机对中国来讲是个非常好的机会，应该进行产业转型升级。如果选准目标，大力推进，一些产业有可能进入世界先进行列。

陈清泰和吴敬琏后来成立了课题组，列了一批有潜力的项目，其中就包括新能源汽车。相当于国家是新能源汽车的天使轮投资人，并且花钱砸出了一个市场。2009 年 1 月，科技部联合国家发展改革委员会、工业和信息化部和财政部发起“十城千辆节能与新能源汽车示范推广应用工程”，开启了对新能源汽车的补贴。补贴是一种引导发展很有力的工具，实际上其他国家也有使用。2008 年，奥巴马上任后出台了一系列补贴政策。但中国的特色是政策有连续性，补贴一直持续了十几年的时间。它就像一条牵引绳，拉着这个产业往前走，补贴最开始的作用是把企业吸引进来，后来则引导企业对新能源汽车发展的痛点进行攻关。

新能源汽车发展被大力推进的时机，今天回头看也很关键。当时欧美等发达国家已经着手发展新能源汽车。陈清泰在一篇报告里写道：“50 年前在半导体、激光等研发阶段，我们与国外差距较小，随着产业化发展我们就落伍了，至今没有翻身。今天的电动车不应再重蹈覆辙。”欧洲及美、日等汽车强国，一直有人在做动力电池的研究，但技术始终不成熟。2000 年，我们国家在“863 计划”里启动了新能源汽车重大专项。我们的办法是各种技术路线进行“赛马”，锂离子电



（蔡小川 摄）

广汽埃安新能源汽车在广州的生产线

池因为能让汽车跑得更远，脱颖而出。

中国在锂电池研究领域起步不晚于国际。我们采访了中国工程院院士陈立泉，他在上世纪70年代末就建立锂电池领域第一个实验室。1991年，索尼公司把锂离子电池商业化，陈立泉当时就在东京，还参观了索尼锂电池的生产车间。回国后，他也紧跟国际发展，把锂离子电池产业化。他是宁德时代创始人曾毓群的博士生导师，也培养了一大批中国锂电池行业的专家。除了科研机构，在企业里，比亚迪、力神、盟固利、万向集团等也在探索锂离子电池的技术。

中国动力电池现在能领先，是因为政策引导者和从业者很早就明白新能源汽车要想生存，必须能接近甚至替代燃油车的功能。从锂电池技术能跑得更远而胜出开始，这个行业一直在沿着解决新能源汽车痛点的方向发展。对于已经买了新能源汽车或者即将买车的朋友，对使用痛点可能有最切身的体会。我们采访了多家企业的研发负责人，梳理动力电池发展初期最核心的问题，续航里程和安全性解决到什么样的程度。我们还想知道在未来一段时间里，动力电池能够发展到什么程度。为此，我们聆听了宁德时代首席科学家吴凯关于新一代动力电池和前瞻技术的演讲，还去了参与动力电池研发的第三方机构采访，看看未来几年内推出的动力电池在冷热不同气候、充电速度等痛点方面，技术有哪些进展。

讲到这里，是中国动力电池的成绩，我们还想讲一讲这个行业日积月累的功夫。有点年纪的中国人还会记得，中国从前实行“市场换技术”，是欧洲及美、日等汽车强国的“学生”和组装基地。现在，中国公司坐上了牌桌，成了合作伙伴、竞争对手。中国动力电池的里子，是制造业的故事。我们为此探访了动力电池企业比亚迪、亿纬锂能、国轩高科和蜂巢能源的生产车间。这里有动力电池的核心秘密，不允许任何

拍照，在有些工厂，手机都被镜头专用贴纸贴住。我们想用文字解释清楚，“电池产业为何无法剥离中国”。

3年的爆发、20年的布局，根植在40多年中国制造业发展的土壤里。动力电池的生产非常复杂，单独的电芯就涉及微米和纳米级材料，一辆汽车上要装几千节电芯。根据水桶效应，一节电芯出现短板就会制约整个电池组。电池上每一项创新，还涉及复杂的工艺。我们采访了刀片电池的研发人之一——比亚迪集团，弗迪电池公司技术总监孙华军，他详细讲了为了实现这种新型的电池，他们攻克了哪些新工艺，这些工艺的精度要求都是在正负零点几毫米以内。刀片电池的生产线也是比亚迪自己研发和生产的。

电池太难做形成了高门槛。中国锂电池行业先是生产消费电子锂电池，然后是动力电池。能够排名靠前的动力电池企业，很多有生产消费电子电池的经历。全球范围内也是如此，90年代以来，锂电池生产的基地就在日本、韩国和中国，世界排名前十的动力电池企业都是在东亚三国的“互卷修罗场”里存活下来的。为了保持经验的积累和传承，比亚迪、亿纬锂能这样的企业，电池研发的核心团队都是一起共事多年的老搭档。

动力电池对制造能力和生产管控要求很高，因为环境里的粉尘和水分都能影响到电池的质量。中国企业是从手工作坊起步的，当时，日本和韩国已经是全自动化的生产线。中国的企业家理解了电池质量的本质，然后，日本和韩国能用有钱的办法去解决，中国用便宜的手段努力去达到同样的目的。比如建干燥室很贵，王传福设计在一个封闭房间里放很多干燥剂，工人在里面操作，电池从很小的窗口进出。我们跟多位锂电池研发专家、制造专家进行采访，想告诉读者，中国从如此低的起点“卷”到市场份额超越韩国和日本，使用的是什么样的方法论。

中国的动力电池行业当然也具备中国制造业的特点，就是“把价格打下来”。这不仅发生在动力电池的生产车间，而是整个供应链做到成本低和效率高。中国建成了完备的产业链，正负极材料、隔膜和电解液的全球出货量超过70%。我们深入到动力电池产业链的正极材料、隔膜、结构件、功能性辅材等公司，看他们是如何从突破关键技术，降低成本，再到做成全球规模的大企业。

制造业还有一个要素是产业集群。我们去了中国两个动力电池之都——常州和宜宾。地方政府的GDP排名压力和发展的需求，让他们非常有动力招商引资，为动力电池行业提供服务。在那里，我们看到作为链主企业的动力电池公司如何带动它庞大的供应商一起落地开厂，形成聚集效应。我们还看到了果链企业向动力电池供应链的转移。它的老板在产业集群里了解到动力电池行业的机会，研发出了价格便宜的材料，因为跟果链打过交道，这家公司虽然规模不大，但规范和资质都具备，很容易进入到新的领域。如果新能源汽车和动力电池是苍翠的树冠，那么它的生机和活力就取决于产业集群环境里发达的根系，有全球知名的大企业，也有如毛细血管一样的小角色。

采访的最后一天，我去了一趟惠州三星工厂的原址。这里曾经是三星在全球最大的手机工厂，高峰时期有10万人在这里工作。2019年，三星关闭了这个工厂搬去越南。我站在它的门口时，这个1992年建立的工厂看起来已经很有年代感了，也没有我这一路探访的工厂看起来那么高科技。翻阅当时的新闻，惠州市工会帮助三星的工人寻找新工作。接收这些工人的有本地企业亿纬锂能，和虽然属于深圳，但离这家工厂开车只有一个多小时的比亚迪。

三星手机工厂的落幕被看作中国劳动密集型产业转移的标志性事件，比亚迪和亿纬锂能则是两家跟新能源汽车关系密切的企业。比亚迪本身就生产电动汽车，是上半年国内的销冠。比亚迪也生产动力电池，今年第一季度它超越LG，成为全球第二。亿纬锂能的动力电池在今年上半年的国内排名是第四位。

很多人可能对中国制造业还有刻板印象，起码动力电池行业是劳动密集型产业向技术密集型产业转型升级的典型故事。距离三星工厂不远的亿纬锂能和比亚迪，已经是另外的样子。因为电池对工艺要求高，为了减少偏差，全程自动化，车间里看不到多少工人。有些关键岗位，工人的工作主要是操控电脑软件。在比亚迪，工人在厂区内穿行，乘坐的是有未来感的云巴系统，这也是一种新能源公交工具，类似于有轨道的空中巴士。在亿纬锂能，工人的休息区都设计有吧台，类似于白领办公室里的茶水间。主厂区还开了咖啡馆，亿纬锂能有很多国际客户，也在海外开厂，老板希望员工们要习惯喝咖啡。

一潮落，一潮起。



新能源汽车从0到1：政府“砸”出的市场

王笔 · 杨璐 张从志



我国新能源汽车能够取得现在的成绩，一个主要原因是动力电池产业领先全球



2009 年，中国政府通过“十城千辆”工程正式开启了对新能源汽车的大规模补贴。这一年，往往被视作中国新能源汽车的元年——那时候，没有人敢对它的未来打保票。而在接下来的十多年时间里，超过 1500 亿元的财政资金注入这个全新的行业，很多地方、很多企业参与其中，在一些城市的街头，几乎是突然之间就出现了很多贴着“EV”标志的公交车、出租车，乘客们在犹犹豫豫中就上了车。这 1500 亿还只是明面上的，如果算上从中央到地方的各种税费减免和奖励政策，以及大城市里限购限行政策对新能源汽车开的绿灯，投入其中的社会资源绝对比人们想象的要多。

这中间有波折，但回报来得也并不晚。如果按照预期，中国 2023 年就将取代日本成为全球第一大汽车出口国，其中起到决定性作用的正是这两年势头正猛的新能源汽车。汽车从业者们终于扬眉吐气，但要了解这个产业，我们依然需要穿越眼前的热闹。我们首先要弄清楚，政府当初是如何决定支持新能源汽车发展的？这个产业的核心是什么？政府砸钱创造需求，等时机成熟再逐渐放手，交给市场——这条发展路径有何独特之处？它可以被复制吗？



（左、右图：蔡小川 摄）

左图：工信部主办的世界动力电池大会，大会聚集了国内外主要的动力电池和新能源汽车企业

右图：2023 年世界动力电池大会上，车企展示最新的动力电池技术

动力电池，是新能源汽车的“心脏”

买油车，还是买电车？

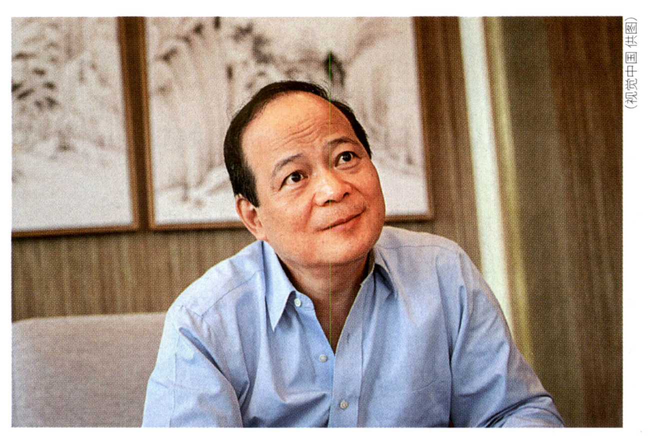
往前倒退四五年，这可能对大多数人都不能构成一个问题。新能源汽车续航短、充电难就不说了，可靠性也相当值得怀疑。有的车主在高速路上，开着开着电量突然掉去一半，被吓得魂飞魄散；还有些人，车在家停了十天半个月，然后就启动不了了。而且，当时新能源汽车的牌子都被认为不入流，要么是毫无造车经验的新势力，要么是大家印象中靠做低端、模仿起家的二三线车企。买电车就是上当吃瘪。

但如今，市场变了脸——油车不行了，电车要称王。看看各大城市的汽车城和传统 4S 店，关门潮一波接一波。新能源汽车则登堂入室，把大型商场里过去那些由快时尚、手机，甚至是奢侈品牌占据的租金最贵的铺位给抢了过来。到了节假日，新能源汽车也是话题中心，虽然吐槽声还是很多，但无可否认的是，它正在渗透进越来越多的日常生活。

2020 年 9 月，中国新能源汽车生产累计突破 500 万辆。在这之后，发展突然提速。2023 年 7 月 3 日下午，中国新能源汽车的第 2000 万辆在广州下线。从第 1000 万辆到第 2000 万辆，只用了 17 个月的时间。除了内销，新能源汽车出口也特别强劲，是近几年外贸出口的明星品类，出口规模从 2021 年的 31 万辆增加到 2022 年的 67 万辆，今年光是上半年就已超过 50 万辆。在新能源汽车的带动下，中国汽车出口量也年年攀升，相继取代韩国、德国成为全球第二大汽车出口国。今年上半年，中国整车出口量达 214 万辆，超过日本居世界第一。按照预测，今年全年中国有望成为全球第一大汽车出口国。

新能源汽车的崛起，离不开动力电池产业的支撑。如果说传统燃油车的“心脏”是发动机，新能源汽车的“心脏”就是动力电池。人们





（视觉中国 供图）

上图：第二十届上海国际汽车工业展览会，宁德时代展位

下图：宁德时代新能源科技股份有限公司董事长曾毓群

对新能源车担心得最多的问题，比如跑不远、趴窝、掉电快、自燃等，全都跟这颗“心脏”相关。而且，动力电池也决定着新能源汽车的市场定价，因为它目前占到一辆新能源汽车整车成本的 40% ～ 60%。电池产业的丝毫波动，最后都会反馈到汽车市场。其实，普通人也有直观的感受，在新能源汽车店里，称职的店员不但会告诉你最关心的续航里程，还会讲解车里搭载的电池来自哪家公司，采用了哪些特有的设计和技术。电池的存在感之强，是这些一向以强硬著称的整车厂都无法抹去的。这在燃油车时代难以想象。

动力电池，无疑是新能源汽车发展路上的“卡脖子”产业。中国政府也看到了这一点，所以过去十几年在不断调整的政策中，有一根明显的主线就是抓住动力电池，很多补贴标准的设计也都指向了如何提高电池的性能。所以，我们这次没有选择直接去描述新能源汽车本身的变化，而是聚焦在了动力电池产业的来龙去脉。也许对普通人来讲，这是个遥远又陌生的领域——电池藏在车身当中，连它长什么样子很多人都不知道，更别谈什么技术路线。对我们来说，同样如此。但是，只有解释清楚了电池，我们才能更好地理解新能源汽车和它的未来。

为了了解动力电池，今年 6 月，我首先去参加了“2023 世界动力电池大会”，这是一场高规格的行业会议，由四川省人民政府和工业和信息化部主办，承办地在宜宾市，来出席的也都是来

自关键部门和企业的行家里手。一般经验里，开幕式通常是乏善可陈的活动，但这个会议不太一样。在推动新能源汽车产业发展过程中，政府层面有几个关键的人物发挥了重要作用，一个是第十三届全国政协副主席万钢（科技部原部长），一个是第十四届全国政协经济委员会副主任苗圩（工业和信息化部原部长）。他们都出席了开幕式，讲话简短，都是干货。他们分析竞争对手，讲了中国企业面对的压力和挑战，下一步要努力的方向。

苗圩开场说：“宁德时代全球市占率从2021年的33%上升到2022年的37%。一年当中提高4个点的市场份额，这是相当不容易的。2023年第一季度，比亚迪又一次超过LG，位列全球动力电池第二。从出口看，2023年第一季度，除中国以外市场中，韩国3家电池企业市场份额占比49%，宁德时代占海外市场份额24.4%。比亚迪是第一季度全球动力电池装机量十强中增速最高的企业。与此同时，我们也应看到欧美正在加快培育本土动力电池企业，保护主义有所抬头。”

还有很多院士、专家也到了会场，他们关心的是当下最前沿的技术和理论。来的企业主要有两拨，中国一汽、奇瑞等代表的是车企，宁德时代、欣旺达、孚能科技还有国外的LG新能源、三星SDI、韩国SK，基本都是目前全球最主流的锂电厂商，它们彼此也是竞争对手。宁德时代毫无疑问是主角之一，它已经连续8年位居全球动力电池企业第一，董事长曾毓群是第一个发言的企业家，他很少接受媒体采访，但在公开场合的一举一动都受到全行业的关注。曾毓群在思考的问题是：“电池产业前半程我们已经满足市场需求。电池产业后半程我们需要如何引领市场需求？如何从有到好？”

根据2022年全球新登记的电动汽车电池装车量，中国企业的市场占有率达到60.4%，在全球前十大动力电池公司中，中国企业占了6席。这是曾毓群所说的“前半程”中国动力电池产业取得的总成绩。如果把整条产业链拆分来看，我们也几乎拿到了所有的单科冠军：2022年，锂盐占全球出货量的70%，正极材料占全球出货量的70%，负极材料出货量占全球90%以上，隔膜占全球出货量的80%，电解液占全球出货量超过80%。

汽车，被誉为现代工业之花，欧美工业强国在工业化的过程中，很多都把汽车看作首选的支柱性产业。中国长久以来也抱着一个汽车强国梦，但这条路弯弯绕绕走了二三十年。直到新能源汽车开始萌芽，路才像是走对了。而这个过程，跟很多依靠市场自发识别商机、组织资源，从而崛起的产业不同，新能源汽车的发端，是政府之手从无到有创造的。如果把它比作一个创业项目，政府在其中扮演的就是“天使投资人”的角色。政府是如何押对路线的，其中有多大的偶然性与必然性，这些问题也值得深究。

无论如何，我们的故事，就从“天使投资人”的身上开始讲起。

“市场换技术”转向“自主创新”

北京大学的路风教授，是美国哥伦比亚大学的博士，演化经济学、技术创新理论学者理查德·纳尔逊教授的学生。2003年10月到2004年2月，他受科技部委托，调研并撰写了《发展我国自主知识产权汽车工业的政策选择》的报告。这篇报告最开始是在内部印发的，后来不知怎么就流传到媒体上，引起轩然大波。时隔20年，路风教授回忆起这篇报告，依旧觉得不可思议。“这个调研对我来讲非常简单，我用的就是从美国学习的创新理论。我没想到引起那么大的反响。这个报告引起的热潮持续了一两年，舆论非常大。科技部也写报告，这件事就到了高层那里。”

路风教授最开始并不清楚，自己无形之中卷入到一场中国工业要不要自主创新的辩论之中。新能源汽车和动力电池的从无到有，某种意义上是以这条发展道路的辩论开始的。

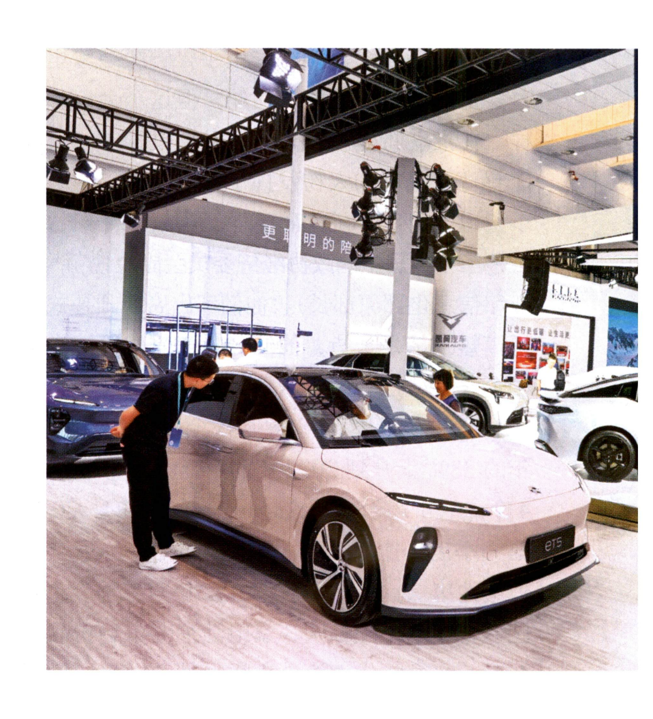
辩论的一方，持“市场换技术”的观点。有点年纪的中国人对这句话可能还有印象。轿车工业是其中典型的行业。我们作为一个从解决温饱一路走来的国家，轿车很长时间不是燃眉之急，也就不是工业发展的重点。直到上世纪80年代前半期，轿车出现了第一次消费升级，情况才发生变化。80年代前半期，轿车进口量呈几何级数的

速度增长，国内轿车生产无法满足。1986 年，中国把汽车工业列为支柱产业，并确定了轿车工业要“高起点、大批量、专业化”。要达到这样的发展目标，引进技术，建立合资企业是一条捷径。

“市场换技术”的十几年，也是全球化的洪流逐渐把中国制造业裹挟其中的时代。关于中国轿车的未来，就形成了两种声量比较大的观点。一种是“比较优势论”，认为中国在资本密集型和技术密集型的工业上没有优势，只应该集中发展劳动密集型工业。一种是“技术借用论”，认为通过外商投资企业可以引进先进技术、新产品、先进的管理经验，并通过多种方式产生技术外溢效应，甚至可以通过跨国公司在中国大量设立研发中心而引进研发能力。在这些因素影响下，很多人认为发展自主创新的汽车工业是不经济的。中国车企规模小，产业集中度低，也不具备自主创新的条件。中国应该建设成为世界汽车工业的生产基地。

另外一方，持“自主创新”的观点。路风教授的报告，对“市场换技术”的思路提出尖锐的批评。他认为高度依赖外国技术行不通，应该支持企业自主开发，拥有自主知识产权的中国汽车工业是一定能够成长起来的。

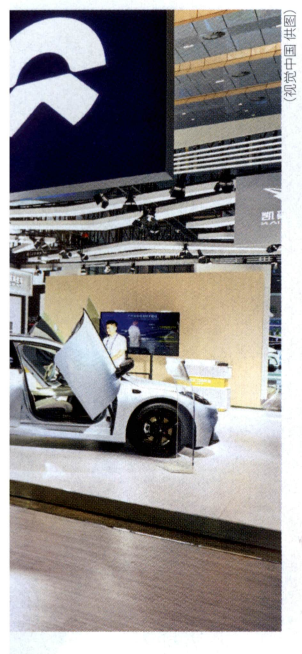
站在今天回头望，感慨万千。支撑“市场换技术”的优势正在消失。中国劳动力成本升高，劳动密集型产业的优势不再。全球化正在遭受严峻挑战，“卡脖子”和“脱钩”困扰中国制造业。路风教授报告结集《走向自主创新：寻求中国力量的源泉》是一本“老书”，最近几年却经常被提及和引用。因为它讲述的自主创新的案例给焦虑和迷茫的人信心。路风教授现在都不觉得自主创新已经成为坚定的信念。一旦面对技术差距过大的领域，比如芯片、飞机等，还是有寄希望于国际分工、反对自己研发的声音。刚刚交付的国产大型客机，网上就有说发动机等零件并不是国产的声音。路风教授觉得先从整架飞机的设计开始，跟整车设计开始是类似的道理，是自主创新的学习路径。“如果不造飞机，发动机造得再好有什么用呢？不造飞机，你也造不出好的发动机。因为不了解飞机整体。”路风说。



当时，自主创新的阻力更大。路风后来才知道这个报告的缘起，他回忆说：“2003 年政府换届。新一届政府要开始制定中长期科技规划。这件事由科技部牵头，在规划过程中就产生了政策方向上的辩论。当时的科技部部长徐冠华、科技部调研室的同志主张在规划里写进自主创新，但参与规划的很多人都反对。他们认为都什么时代了，还要关起门来自己搞。搞中长期规划是个上千人参加的项目，相关领域的专家做分组讨论，如果反对自主创新的人太多，这件事就很难推进。”徐冠华除了行政职务，还是中国资源遥感学家，中国科学院学部委员、院士。他自己就做科学研究，也关心科研的产业化发展。

路风接到委托的时候，才回国不到 4 年。路风说：“美国的理论认为技术进步是内生的，从来不认为依赖外国人能够实现技术进步。组装模式只是照着人家的图纸生产，没有产品开发，也就没有技术能力。我接受任务的时候，还不知道这个争论，就去调研了。基本上我就是愣头愣脑的，不通人情世故，汽车工业里张三李四都不认识。我就成了说出来皇帝没穿衣服的那个小孩。”

这篇报告的调研很扎实，细节到合资车企修



（视觉中国 供图）



（视觉中国 供图）

左图：6月9日，2023世界动力电池大会在四川宜宾开幕，图为蔚来、凯翼汽车展区

右图：2018年1月23日，蔚来汽车NIO House线下体验店在广州开业，一名顾客在现场咨询

改图纸的权限、合资车企自主创新的动力不足，宏观到全球化条件下，工业发展依旧有民族性和国家利益。从各个维度呼吁自主创新。这个道理也可以讲得很简单。路风说："按照别人的图纸做轮子、底盘等，都是局部，永远不知道整车是怎么回事。自主开发的话，这样的企业出发点就是整车。它虽然什么技术都不够，但整车是自己试验出来的。它一开始就知道车是怎么变化的。知道变化就好办，现在的新能源汽车就是整车的变化。只有自主开发的企业才掌握这种能力。比如说，吉利的第一款车'豪情'，前脸是奔驰，做一半李书福发现太难了，车屁股做的是夏利。经过20多年，吉利现在已经能做出高端新能源车。如果什么都不做，就算是过了20年可能还在觉得开发汽车很难。"

这个辩论急需有个结论，也因为中国汽车迎来了第二次消费升级，汽车发展到了选择的十字路口。21世纪初，汽车开始进入家庭，销量井喷式增长，2002年和2003年，汽车年销量分别增长了62%和75%，可以预见在之后的许多年，这是一个庞大的市场。同时，中国加入WTO之后，关税、进口配额和外国企业准入等为保护国内汽车工业设置的壁垒逐渐消除。中国车企如果没有勇气竞争，市场将拱手让给外资公司。2004年"两会"，有合资车企代表接受采访时认为，中国进行自主开发没有几代人、几十年时间是很难实现的。实际上，恐惧是自己想象出来的。吉利、奇瑞、比亚迪等企业当时已经走上了自主开发的道路。路风说："我那时候去吉利调研，一个负责人在合资企业干了很多年。他说到吉利之后的第一个体会是把整车做出来了。第二个体会是发现没那么难。他后来想了半天说，在合资企业他就没有整个产品开发的任务，做整车的经验他就从来没有。"

报告发布的一年之后，汽车工业的政策转向支持自主创新。这也给新能源汽车埋下了伏笔。路风说："科技部当时有一个战略想法，我们在内燃机汽车上不行，就换条道。但这个不是政府想换就能换的，它其实绕不过传统汽车技术。换道这件事后来能成功，因为自主开发的企业非常积极地参与了这个过程。"路风在2003年到自主开发的车企调研时，已经有企业在研发新能源汽车了。后来也有自主开发企业的高管向他介绍参与国家项目的情况。路风说："政府有新能源汽车项目或者课题，会让车企去申请。合资汽车的企业最开始对这件事

没兴趣，反倒是这些自主开发的车企兴趣大得很。因为他们把政府的这些课题资助，变成对自己开发的资助。他们也不断往发展新能源汽车的项目里输出他们的想法，最后就影响了政策走向。自主开发的车企代表有些就在专家委员会里。”



燃油车的潜力一眼望到底了

与汽车工业内部辩论发展方向几乎同时，更高层要面对的数个问题，都跟汽车的发展相关。汽车消费井喷之后，对中国造成的影响已经不是科技、工业等部门垂直领域的事了。首要的是一个宏观而长远的问题：中国的石油够不够用。今年 83 岁的中国工程院院士陈立泉精神矍铄，依旧活跃在锂电池研究前沿，他不但培养了曾毓群等一批技术人才，还在很多学术会议和科普讲坛上介绍“电动中国”的概念，中国不但要发展电动汽车，还要发展电动船舶、电动飞机，发展储能技术，建立能源互联网。就在我们见面之前，他才刚刚参加了一个关于电动飞机的讨论会。

对能源问题如此关注和呼吁，来自他负责的一项研究。陈立泉说：“2004 年，我们工程院接到国务院的一个任务，就是说研究一下到 2050 年中国的油气资源情况是怎么样的。这个咨询报告的领头人是侯祥麟院士，他当过石油工业部的副部长。他成立了四个组，一个是电取代组，一个是煤取代组，一个生物质能取代组，还有一个总体组。我是电取代组的组长，我们组的研究结果总结成 10 个字：发展电动车，取代进口油。”

中国能源资源的情况是煤炭丰富，少天然气，缺石油。1992 年，中国还是石油出口国，但随着社会经济发展，中国逐渐成为石油进口大国。陈立泉说：“从当时到 2050 年，中国自产石油大概是每年 1.8 亿吨，不会太多也不会太少。去年我国自产原油 2.04 亿吨，进口了 5.08 亿吨油。我们汽车的保有量是 4 亿辆左右，一辆汽车的加权平均是需要两吨油。到 2050 年，我们自产的油加上进口的油什么都不干，就全被汽车烧掉了。我们希望石油的对外依存度不能超过 50%，但去年的对外依存度是 71.2%。”



在消费者印象里，电池续航不够、充电找不到充电桩、充电速度还慢，这些因素曾是新能源汽车行业发展的瓶颈

其他组也得出类似的结论，中国自产石油不足以支撑社会发展，考虑到能源安全，对外依存度又不能过高。参与这个项目的科学家后来很多都从事了新能源不同路线的研究。陈立泉说："这个项目里设立煤取代组，因为当时可以把煤变成碳含量很少的燃料，如甲醇。所以，山西要做甲醇汽车，因为山西出煤。"陈立泉当时提出到2060年，中国全部汽车变成电动汽车。他说："跟现在碳中和2060年的时间节点是一样的。这是个很奇怪的巧合。我们当时希望能从2045年开始停止销售燃油车，一辆汽车的寿命大概是15年，2060年的时候等于燃油车全部就废止了。"


(黄宇 摄)

中国电动汽车百人会理事长陈清泰

2050年的时候石油不够用，如果说还是一个比较远的问题，空气质量则跟普通人都息息相关了。国内空气污染从90年代末开始严重，这其中机动车尾气排放是一个重要因素。2008年，因为北京要举办奥运会，空气污染问题甚至引起了国际关注。2007年11月和2008年6月，政府两次提高汽油价格来抑制汽车的使用。北京奥运会期间，排放不达标的车辆被禁止在北京上路，其他车辆则限号行驶。空气污染造成人类健康受损的研究结果通过互联网广为传播，购买空气净化器、安装新风系统甚至逃离大城市去空气新鲜的地方一度成为热门话题。中国电动汽车百人会理事长陈清泰说："空气污染引起的不满，是国家坚定发展新能源汽车一个很重要的原因。"

件件桩桩摆出来，理论上新能源汽车都是个有前景的方向。它还赶上了实质性的机遇。2008年全球金融危机，中央政府部署4万亿人民币经济刺激计划。这些钱流向哪里？2008年11月20日，国务院召开座谈会听取下一步经济工作的意见。陈清泰在会上发言，应该制定和实施振兴计划，以政府引导资金，带动企业和民间投资，实现产业升级、技术进步，培育新的居民消费热点。如果选准目标、大力推进，一些产业有可能进入世界先进行列。他举例子，建议在一些城市实施电动汽车示范工程。

这个发言是陈清泰与著名经济学家吴敬琏商议后的结果。陈清泰毕业于清华大学动力系汽车专业。他先后担任过第二汽车制造厂总厂厂长，国家经济贸易委员会副主任，国务院发展研究中心副主任、党组书记，全国政协经济委员会副主任等职务，是改革开放和经济发展的全程参与者和推动者。陈清泰说，他到了国家经贸委之后，为了避嫌就不再介入汽车产业的事务。但连我们都能感受到他对汽车的喜爱，今年84岁的陈清泰说起内燃机来，滔滔不绝，甚至有种少年气。他后来到国务院发展研究中心之后，参与了不少有关汽车产业的课题研究。

座谈会之后，陈清泰和吴敬琏，以及国务院发展研究中心的部分专家成立了"培育新一轮经济增长的产业支柱与建设经济长期发展的体制环

境”课题组。他们对美、日、韩等国家电动汽车政策、技术，我国的电动汽车技术都进行研究。当时，美国总统签署的经济刺激计划中，把电动车作为拯救汽车业的王牌。美国的 A123 电池公司已经拥有了先进的锂电池技术，并实现商用。韩国政府对 LG 公司的动力电池提供了巨大支持，LG 已经被通用公司选为动力电池供应商。陈清泰非常担心中国在这场变革中落在后面。他在一篇报告里呼吁中国动力电池的产业化刻不容缓。他写道：“50 年前在半导体、激光等研发阶段，我们与国外差距较小，随着产业化发展我们就落伍了，至今没有翻身。今天的电动车不应再重蹈覆辙。”

换道，发展新能源汽车

汽车工业对一个现代工业国家来讲太重要了。路风教授认为，汽车工业是一个在技术上具有高度连续性的产业。自从汽车产品的内燃机、金属结构和外壳、四轮、橡胶轮胎等主导设计在 20 世纪初确定以后，汽车结构没有根本改变。所以，汽车产品上集成了第二次工业革命以来的大量技术，涉及冶金、石油、机械、金属加工、化工、橡胶、塑料、仪器仪表、电器、电子等各个领域。中国要实现现代化和提高经济社会发展水平，汽车工业是一个重要载体。陈清泰是汽车和工业发展的行家，他也说：“汽车是制造业的皇冠，能形成庞大的生产规模、市场规模，创造的产值、税收、就业岗位，对国民经济的拉动作用都是其他产业难以相比的。”

燃油车的道路，虽然有自主创新的声音，但技术追赶的难度确实非常大。陈清泰当时在呼吁发展电动车时分析：“全球汽车动力技术不断取得新的突破。例如汽油发动机从传统化油器发展到汽油喷射，从机械控制转换成微机 - 电子控制，从一缸两阀变成三阀或者四阀等。这其中大量专利和标准被跨国厂商掌握。与它们相比，我国汽车企业既没有雄厚的技术积累和足够的研发，又缺乏人才准备和先进零部件支持。沿着传统技术路线追赶，就要绕过大量专利，这就使得技术追赶的路变得很窄。在巨大的技术落差和对外开放的双重作用下，技术引进和合资生产成为主要选择。多数企业满足于有了省时、省力的技术来源，逐渐磨灭了自主研发的热情和动力，形成了对跨国公司的技术依赖。”

汽车产业是强国致富路上很难绕过的一座山峰，一直有专家给国务院写信，建议换条道攀登。1992 年 8 月 22 日，钱学森就曾经给时任国务院副总理的邹家华写信：“现在美国、日本、西欧都在组织各自技术力量攻关高效蓄电池，计划开发出蓄电池汽车。在此形势下，我们绝不应再等待，要立即制订蓄电池能源的汽车计划，迎头赶上，力争后来居上。”

1999 年，在奥迪工作的万钢带着留德的汽车工程师代表团回国考察。他看到了中国与汽车工业强国的差距。当时，自主开发和以市场换技术两种发展道路的辩论已经在汽车工业里出现，万钢上书国务院，建议中国应该走自主开发的道路并且跨越式发展新能源汽车。万钢在奥迪公司是从基层工程师做起，一直做到总规划部高级技术经理，在生产部、开发部、规划部都工作过，有国际一流汽车企业的宝贵经验。“十五”开始，我国制定和实施了新能源汽车科技规划。“十五”和“十一五”期间，国家 863 项目总共投入了 20 亿元研发经费。应邀回国的万钢被聘为“863 计划”新能源汽车重大专项的首席科学家、总体组组长。

“奥运大巴”，第一次试验成功

到 21 世纪初，对新能源汽车发展的预判已经不仅仅停留在国家层面，敏锐的地方政府和企业家也开始了探索。真锂研究创始人、总裁聂昕曾经在北京市科委下属单位北京新材料发展中心工作，他回忆：“2003 年底，北京新材料发展中心接到了一个任务，就是调研中国锂电池产业链状况，为北京奥运大巴项目储备供应商。北京市奥组委计划在 2008 年的北京奥运会上使用新能源汽车。”聂昕从这个项目开始，对新能源汽车发生了兴趣，他后来辞职创立了锂电池的调研和


（黄宇 摄）



上图：真锂研究创始人、总裁聂昕

下图：2022 年 4 月 25 日，一辆比亚迪 B12A 单层电动巴士在中国香港的街道上行驶

咨询机构真锂研究，以墨柯为笔名进入到锂电池供应链。墨柯回忆，奥运会电动大巴这个项目能够成立，跟北京大学的其鲁教授关系密切。“他在日本一家电池正极材料企业工作过，2002 年回国跟中信集团合作成立了一家电池正极材料公司中信盟固利。中信集团参与了北京奥运会筹办工作，所以就有了电动大巴的示范项目。”墨柯说。

奥运电动大巴不是一个国际活动的“节目”那么简单，在北京奥运会之后，这种科技含量高、有造福人类意义的项目被其他城市效仿。动力电池和新能源技术在接下来的上海世博会、深圳大运会上落地。墨柯说：“北京奥运会有个 50 辆电动大巴的项目，绝大部分是盟固利提供的。另外还有一小部分是北大先行公司联合 ATL 动力电池事业部提供的。ATL 动力电池事业部可以看作宁德时代的前身。到了 2010 年上海世博会，也有电动大巴项目，主体还是盟固利，另外一支主要力量是鲁冠球的万向集团。”

早期中国动力电池和电动汽车绕不过盟固利和万向集团。万向集团后来还收购了 A123。A123 是美国公司，在全球范围内属于第一拨研发生产锂电池的企业。2009 年，奥巴马曾经向它提供了数亿美元的资金，希望能带动美国发展电动汽车的生产。但是，它在 2012 年就申请破产了，2013 年被万向集团收购。当年，中国民营企业收购美国知名公司还不多见，这场收购上过新闻。鲁冠球是传奇企业家，万向集团是汽车零部件制造业巨头。那么早就捕捉到了动力电池发展的机遇，逻辑上怎么看都顺。墨柯说：“没有做大，挺可惜的。”广汽埃安电池研发总监王清泉，曾经就在万向集团搞过电池研发。他回忆：“万向那时候做的电池主要供商用车，在上海世博会、广州亚运会都用到了，但需求量不大。工厂的产量做不大，也就没有规模效应，

所以，那时候电池的成本就相当高。”

2011年，深圳要举办大运会。北京奥运会、上海世博会一路下来，电动大巴几乎像个常规项目。轮到深圳，深圳市不但继续在大运会上投入电动大巴，还加了码，计划把城市公交车和出租车也电动化。承担这些项目的是比亚迪。跟盟固利直接切入动力电池行业、万向集团有汽车零件制造背景都不一样，比亚迪是一家做电池起家的公司。在21世纪初，它已经是摩托罗拉、诺基亚等公司的电池供应商。2003年，比亚迪涉足汽车行业，成立了电动车项目部。比亚迪的电动大巴，不但跑在深圳的马路上，还从2011年开始出口美国，在没有地方政府政策扶持的地方，参与真正的市场竞争。

“奥运大巴”项目，像燎原的星星之火。很多年后，中国新能源汽车已经取得阶段性成绩，我看了些一路参与这项事业的领导、专家回溯发展经过的演讲视频，他们还会提起“奥运大巴”。由它开始的密集试验，让领导、企业家们对新能源汽车有了信心。陈清泰那些年在很多场合呼吁，发展新能源汽车是重大的战略机遇，要制定和实施新能源汽车发展战略，要对关键技术持续进行大规模投入。他把当年的报告给我作为参考，报告提到的其中一个理由就是：“北京奥运会期间，我们利用国内开发的多款电动汽车，组织了奥运历史上规模最大的电动汽车运输服务，显示出我国电动汽车技术已经走到了产业化阶段。”他还关注了具体企业的动态，他提到：“巴菲特积极投资比亚迪电动车，博世公司要求投资比亚迪动力电池，从一个侧面说明我国动力电池技术已经达到世界水平。”

北京奥运会之后，国家密集出台了支持新能源车发展的政策法规，还拿出了真金白银投资未来。2009年1月，科技部联合财政部、国家发展改革委员会、工业和信息化部发起“十城千辆节能与新能源汽车示范推广应用工程”。这个工程提高了新能源汽车的渗透率，也吸引了更多企业进入这个领域，被看作让新能源汽车获得了里程碑式的发展。2010年底，新能源汽车产业被国务院确定为中国七大战略性新兴产业之一。

锂电池成为主角是“赛马”的结果

再回头看新能源汽车的开端，所有论证最后都要落实到一个核心问题：动力系统的技术从哪里来。当时欧洲及美、日等发达国家主要有三种路线：一种是以欧美为代表的先进柴油车和混合动力车，一种是日本持续投资的燃料电池汽车，第三种是纯电动车。其中，国际一线车企倾向于燃油车、混合动力汽车、燃料电池汽车这一发展思路。中国在最开始探索新能源汽车的时候，各种路线都有人探索，但锂离子电池驱动的纯电动汽车很快跑在了前面。

混合动力汽车和燃料电池汽车的产业链与传统汽车产业链基本一脉相承。发达国家汽车公司倾向于这条路线，跟搁置成本相关。陈清泰分析：“发达国家汽车发展有百年历史，炼油、加油、维修等生产投资和服务设施已经投入巨额资金。汽车企业在发动机、变速箱等核心硬件沉淀了大量资金、人才和装备。这些模块硬件和技术很多在电动车中是不采用的。”当时电动汽车路线在国际上有很多争议。陈清泰分析：“电动汽车时代，发达国家汽车产业的这些资源大部分将被搁置或改造。这可以从一定程度上解释为什么传统车企、石油公司打压电动汽车。我国汽车产业在20世纪末到21世纪初才有大发展，相关的搁置成本比较低，路径依赖程度相对弱。”

电池技术，我国基础研究不晚于发达国家。中国科学院物理所的主楼很醒目，从远处就能看到楼顶上“北京凝聚态物理国家研究中心”几个大字。因为出色的科普工作，中国科学院物理所在B站上很受年轻人欢迎，但它可不仅仅只有这些。一楼大厅的左手边有照片墙，丁燮林、吴有训、严济慈等为现代物理学扎根中国做出贡献的科学家，在物理所工作过的中国科学院院士、中国工程院院士位列其中。物理所在超导、拓扑、纳米、表面、极端条件等学科走在世界科技最前沿。

物理所还有为高新技术产业发展提供科研基础的传统，把中关村建成中国的“硅谷”就是曾经在物理所工作的研究员陈春先提出的。在动力电池产业上，物理所也一直都在做科研和产业化


中国科学院物理所在北京的电池材料实验室

的推动。在中国新能源汽车发展的初期，有一场加拿大魁北克电力公司起诉中国企业专利侵权的官司非常重要。一旦加拿大公司胜诉，中国所有生产磷酸铁锂电池的公司都要缴纳高昂的专利授权费，很多初创企业难以承担。中国企业抱团应诉，最后赢了这场官司，支持就来自于物理所的一项专利。中国工程院院士陈立泉说："磷酸铁锂最早做出来的是绝缘体，它为了做正极材料，一定要包碳。包碳的技术申请了专利，所以，人家来告中国企业。我们物理所有一个专利，用的是另外的办法。我们在磷酸铁锂中铁的位置上加一点钠，电导率提高了几个数量级，磷酸铁锂从绝缘体变成了导体。这打破了国外原始专利对磷酸铁锂材料的垄断。中国的锂电池企业现在才能大量使用磷酸铁锂材料，不受国外知识产权的影响。"

陈立泉院士一直在物理所主持这个领域的科学研发。他 1976 年被中国科学院派遣到当时的西德马普协会固体所进修，在那里他接触到可以做固体锂电池的超离子导体材料 Li_3N。他敏感地意识到超离子导体将对中国和世界产生重大影响，回国后，建立了这个领域第一个固体离子学实验室。1987 年，国家启动了战略性科学技术发展规划"863 计划"，陈立泉是第一批参与的科学家之一。陈立泉说："能源领域当时有两个课题，一个是镍

氢电池，一个是锂电池。锂电池是我领头，下面有 11 个子课题。这说明国家对能源是很重视的，不然也不会第一个‘863 计划’里就定了能源问题。”

发展新能源汽车，在纯电动汽车的技术路线里就有了“863 计划”镍氢电池和锂电池两个选择。一开始，镍氢电池比锂离子电池看起来更有希望。陈立泉说：“天津当时已经有镍氢电池的公司成立，投资相当大，设备是进口的。科技部在中山成立了一个中试基地，要求参加‘863 计划’镍氢电池的单位比如北京有色院、南开大学、武汉大学等都到中山去做中试。长沙也成立了镍氢电池的公司。”

从能量密度和成本角度考虑，镍氢电池当时也比锂电池的表现好。中国科学院物理所研究员李泓说：“刚开始镍氢电池的能量密度是 120Wh/kg，锂离子电池是 90Wh/kg。锂离子电池的成本比镍氢电池贵。镍氢电池里用了稀土，按理说应该比锂离子电池贵，但因为产量大，价格就降下来了。”镍氢电池的产业化在中国已经起来了，并且美国新能源汽车领域，当时推的技术也是镍氢电池。

锂离子电池发展晚。1991 年，索尼公司率先把锂离子电池商业化。李泓说：“镍氢电池的制造工业跟传统的铅酸电池略像，锂离子电池则是整个制造工艺都发生了变化。国内懂锂电池的老师非常少。陈立泉老师一直在做锂电池研究，他认识这个东西。”陈立泉当时正在东京工业大学做客座教授，他参观了索尼公司的生产线。“索尼公司有个展览室，我没想到看完展览室，车间也让我看了。索尼公司对我是开放的。我印象最深刻的是，它自动化水平很高，原材料车间只有一个人。电池做完之后有个自动传送带，电池排队往前进行检测，不合格的自动挑出来。索尼既然商业化了，我们也觉得这个不错，当然要跟。回国之后，我就找投资，想办法做锂离子电池的中试线。”陈立泉说。

镍氢电池的公司开了一家又一家的时候，锂电池还处于工艺摸索阶段。“当时我们就在考虑，日本自动化程度那么高，但我们买设备一个是投资大，一个是不能马上给我们。我们就想用手动的方式。正好科学院有一位老先生要退休，产业化什么的都是他管。他想办法给我弄了 80 万元。我用这些钱买了两台小的涂布机和一台手动卷绕机，就起家了。1997 年，我们启动了中试，中试线就在物理所里。正负极是我的配方，因为要保密，我亲自做配方，亲自涂布，还当了一年工人。”陈立泉说。1999 年成立了北京星恒公司，开始锂离子电池电芯的生产。李泓说：“那时候，比亚迪才刚刚上手。ATL 是 1999 年在香港注册的，大概 2001 年才出产品。所以，在 1993 年到 1995 年左右，在国家科技项目里支持镍氢电池的多一些，支持锂电池的少一些。”

2000 年，“863 计划”新能源汽车专项启动，陈立泉就去找了万钢。“万钢从德国引进回来的时候，在同济大学做教授。我去找他的时候，他给我沏茶，茶叶找到了，没有地方喝热水。当时，他还没有秘书。我跟万钢讲，不能只给镍氢电池机会，锂电池也应该支持。你给锂电池一个机会。”陈立泉说。如果从长远来看，锂电池确实值得这个机会。李泓说：“能量密度是电池领域一个很关键的要素。锂离子电池的理论能源密度比镍氢电池高非常多。1991 年的时候镍氢电池的能量密度比锂电池高，但锂电池后来越做越高，镍氢电池已经赶不上了。”

当时能参与这个专项的，都是国内资深的专家团队，带着各自的技术路线。连万钢所在的同济大学，都有团队在做研发，他们采用的是氢燃料电池的路线。陈立泉给万钢讲了锂离子电池的性能优势，但理论和陈立泉的身份都不能直接决定新能源汽车最终走哪条路线。万钢采用的是大公司里创新项目常用的手段，就是“赛马”，不同的技术路线用结果去证明自己。“当时讲完没过两天，他就到我们星恒公司来，给我们任务。我们算 A 角，还有一个 B 角。B 角是谁，我一直没有去问。他给了锂离子电池机会。中间他还催过我一次，到国际电池展上来找我，说锂离子电池要抓紧。我跟他说，放心，我们不会砸了物理所的招牌。最后，我们任务完成得相当好。我们找了一辆部队的车改装了，电池就可以演示了。”

在动力电池技术路线里，锂离子电池后来居

上。到2009年，国家增加力度支持新能源汽车时，国内已经有了几十家从事动力电池开发与生产的企业。陈清泰当时的报告里写道："天津力神的动力电池已经装在国产电动汽车上向美国出口。而比亚迪开发出的锂铁电池在技术和成本上已经领先日本和美国的公司。据他们介绍，日本计划到2010年将电池成本降到合7000元人民币/kWh，比亚迪在2009年就将电池成本降到了1050元人民币/kWh。"

花钱砸出一个市场

新能源汽车如果想成功产业化，不能靠运动会，需要真正的市场。2009年初，科技部、国家发展改革委、工业和信息化部和财政部联手推出的"十城千辆"工程正式启动。墨柯说："现在看，这没有多少车，当时可厉害了，全球那几年规划上市的电动汽车总和加起来都没这个多。"问题是，发展新能源汽车这个战略性新兴产业，在解决能源安全、污染问题和产业结构转型升级上，政府的动力大于企业。传统的燃油车企业，正逢中国汽车消费的爆发，钱赚得好好的，为什么要花人力、财力做这件事？墨柯说："咱们整车厂对这件事不积极，包括奥运大巴，是盟固利牵头做的。盟固利是一家电池企业，并不是整车厂。不能用行政命令去压它们，'十城千辆'工程就是为了让整车厂有动力去做这件事，它有补贴。"

"十城千辆"工程第一批试点最终确定了13个城市。在实施的过程中，为了保护好创新的火苗，减少阻力，逐渐形成了"绕开大路走两厢"的策略。墨柯说："大路是乘用车，两厢就是别的车。比如电动大巴、微型车。一开始就发展电动乘用车很难做，它是面向消费者的，犯错空间就小。乘用车的技术难度也高，它上高速能达到120km/h，大巴才100km/h。消费者个人花钱买一辆电动汽车半路上烧了，肯定很多人发网上去，舆论影响很大。电动大巴可以作为公交车使用，开得慢，线路也固定，就算半路上趴窝了影响也容易降低。微型车时速慢，也不会开多远，很难出事。"

从试点开始，从社会影响面小的地方开始，调动参与者积极性，都是政府在推动创新中常用的方式。合肥是第一批试点城市，力度很大，跟奥运大巴、上海世博会不同，合肥拿出了一条公交线路做试点。这条叫作18路的公交线，起点在老的合肥市中心——市府广场，终点在滨湖时代广场，全程30多个站点，将近20公里。

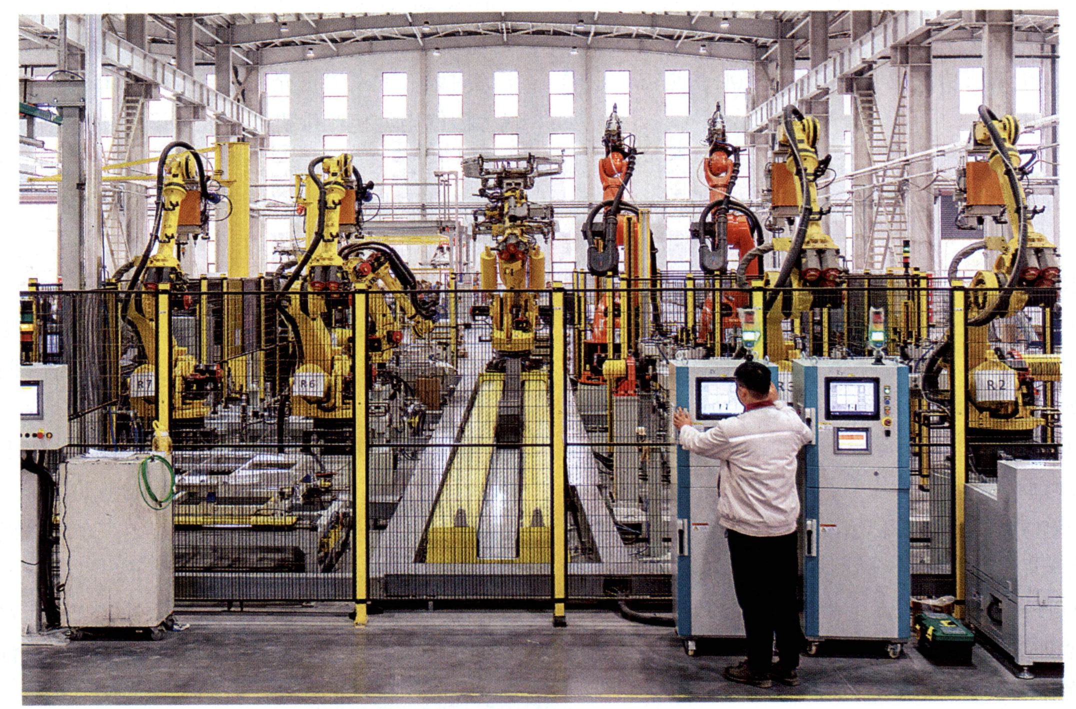
日常运营一条这么主要的线路，就算是政府埋单，趴窝还是会有人投诉的，连具体承接项目的公司都不怎么有信心。国轩高科工程研究院的副院长徐兴无回忆："时任合肥市委书记的孙金龙对这件事很重视，跟我们说，咱们要干，肯定就要干一票大的，而且不要怕冒险失败。他允许我们失败，说失败了由政府兜着，但我们必须做出影响力。18路车原本规划是用24辆大巴车，孙金龙开会又让多给了几辆，凑到30辆。"

合肥做这件事不是空有一腔热血，它既有整车架构，也有电池。本地企业安凯客车，主业就是搞客车的，还有一家做动力电池的初创公司国轩高科。国轩高科那时候已经埋头干了三年，一直处于烧钱的阶段，也迟迟未打开市场，还能撑多久，大家心里也犯嘀咕。徐兴无说："这个项目相当于政府给我们下了一个大订单，是一个千载难逢的好机会，抓住了我们就翻身了，抓不住，就是千古之恨。"徐兴无说话不急不慢，条分缕析，一副学者模样。"十城千辆"工程是利好新能源汽车发展的政策信号，一旦试验成功，扶持起电动大巴产业来，对合肥也是一个新增工业项目。

国轩高科是国内起步比较早的动力电池公司。创始人李缜也属于对新能源的发展有敏感性的那一拨企业家。李缜早年曾经在合肥市政府办公厅工作，后来从商靠房地产赚到了第一桶金。2004年到2005年前后，是中国房地产行业蒙眼狂飙的前夜，李缜却选择进入了制造业。他了解到有一种叫作磷酸铁锂的新能源材料，未来能用到电动汽车等各种产品上，前景一片光明。2006年，李缜拉了一个十几人的团队，成立了合肥国轩高科公司。

国轩高科刚成立的时候是个小公司，"863计划"的专家来考察的时候，说它的生产线只能算是中试线，不能叫生产线，因为产能太小了。但

（于楚众 摄）



上图：合肥国轩高科经开工厂的 Pack 线上，工人们正在组装电池包

下图：2022 年 12 月 7 日，合肥国轩高科肥东基地电池壳一号车间，一名工人在自动铆接工位前工作

是，公司有懂锂电池的人才，就在国轩高科接下政府订单前夕，徐兴无从美国回来加入了团队。徐兴无曾经在美国一家叫作 Valence 的公司工作，一路做到电芯总监的位置。这家公司是美国三大电池公司之一，在磷酸铁锂技术上比较领先。2008 年前后，作为华人，徐兴无已经发现了中国在发展锂电池方面的决心，就建议公司到中国建厂。Valence 的高层认为中国发展锂电池的条件不成熟，搞不起来。徐兴无于是辞职回了安徽老家，打算在国轩高科大干一场。

在接下大单之前，国轩高科的锂电池跟动力相关的场景就是能让自行车跑起来，这些电池一块卖一两千块钱，主要出口欧美。研发安装到大巴车上的电池，是颇费一番功夫的。上路试车刚好赶上合肥市“两会”，代表委员们都对新能源车感兴趣，希望可以坐电动大巴出席活动。徐兴无说：“从市政府到目的地，加起来有近 20 公里，关键是我们的车根本还没上路跑过，我们自己都不知道它到底能不能行。现在一上来就拉这么多人，还都是‘两会’的代表委员和新闻媒体的记者，到时候走半道趴窝了，那就完了，好事成坏事。”

他们最后还是决定赌一把，精心挑了三四辆车去会场接人。徐兴无和李缜都跟了车。徐兴无在前面盯着，竖起耳朵听着，生怕有什么异响发出，李缜则在后面跟车上的代表委员们聊着天，表面上装作很轻松的样子，但等下了车，徐兴无看到李缜的额头上全是汗。首次试车成功，他们才算有了信心，觉得这事确实能做下去了。

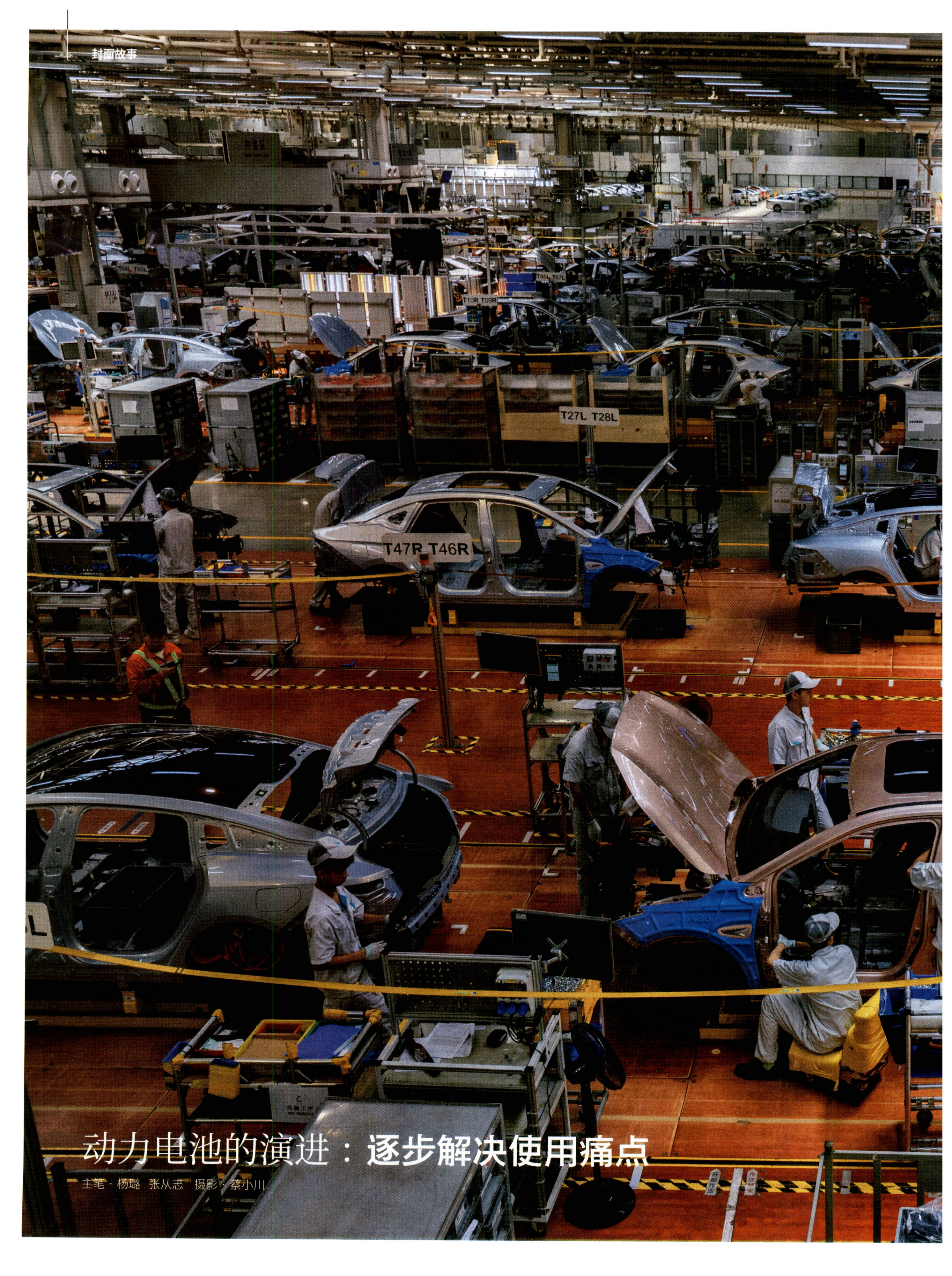
2010 年 1 月 23 日，合肥市 18 路公交正式开通运行。在启动仪式上，科技部派了一位副部长来剪彩，他说：“你们这个事情干得好，合肥胆子够大的。”媒体对 18 路公交的报道是“全球首条新能源公交线路正式开通”。合肥一下就成了第一个吃螃蟹的城市。

“十城千辆”工程开始，政府真金白银地拿出补贴，试点逐渐扩大，最终分三批，批了 25 个城市。墨柯说：“三批试点搞完，新能源汽车的氛围就起来了。最早是地方政府积极，企业没有被发动起来。后来，有公司靠补贴赚到了钱，当然现在回头看，这属于‘骗补’，就是购车的费用很低，企业就是赚补贴钱。但赚钱就吸引了企业的关注。”依靠补贴拉新的效果，在消费互联网创业潮时，可能每个人都深有体会了。但是，造新能源汽车跟下载 APP 买杯咖啡，没有补贴就删除 APP 相比，难度可大多了。“企业要干这件事，要建生产线、建实验室、招人吧，进了这个圈，再想出去，这些固定资产怎么办？那么多企业，总有人是认真做的，逐渐就往良性发展了。”墨柯说。

但是，新能源汽车的技术远没有达到替代燃油车的水平。刚开始把电动大巴推广给公交公司时，徐兴无回忆：“人家就直截了当地说，要搁在平时，你们那个车送给我我都不要。”因为担心趴窝在路上很麻烦，充电时间还长，不像燃油车加上油就能跑，只是因为这是政府项目才不得不配合。18 路运行的前几个月，国轩高科白天派人跟车，晚上派人充电。轿车也陆续有企业研发出来，但不好用。徐兴无说：“当时新能源汽车全行业遇到了一些大问题，就是电动车老烧。”其实，直到 2016 年左右，新能源汽车的质量都不稳定。墨柯说：“买车跟买彩票一样，买到品质好的确实好，买到品质不好的，真没法用。”

除了质量问题，新能源汽车的发展还有其他阻力。比亚迪在 2011 年开始承担了深圳公共交通系统的电动化项目。弗迪电池公司副总经理兼大电池开发中心总监孙华军对趴窝没有什么深刻的记忆，他说做电动大巴的时候，比亚迪已经做了很多年电池，对性能有了一定了解。比亚迪让人记忆深刻的是如何让消费者打消顾虑。比亚迪的肖经理当年参与了这个过程，她回忆说：“最初一些不了解新能源的人担心辐射。最早的时候，大家手机充电都要放得离床头远远的。一辆大巴的电池包比手机电池大多了。社会上流传说开电动大巴会不孕不育、会掉腿毛。”肖经理和同事想了很多办法去做工作。他们给出租车司机做科普活动，请出租车司机中的 KOL 来参加，“我们用专业的测试仪器，拿吹风机、微波炉和电动汽车来做对比。电动车的辐射指数是这些常见家用电器里最低的。比亚迪参与新能源汽车行业比较早，我们那时候做了好多事，吃了好多苦。”

新能源汽车就这么磕磕绊绊往前发展。2011 年，国轩高科跟江淮汽车共同开发了一批电动轿车。准备投放市场之际，杭州烧了几辆新能源汽车。徐兴无回忆：“大家对这个东西有点没信心了。投放当天，时任科技部部长的万钢来剪彩，这个意思就是向大家表明，电动车是要坚定不移搞下去的，虽然现在有一些波折，但我们会解决它的安全问题。”



动力电池的演进：逐步解决使用痛点

主笔·杨璐 张从志 摄影·蔡小川



新能源汽车竞争的关键是能否接近或者替代燃油车

站在消费者的角度，实际上最关心的是新能源汽车开起来是否跟燃油车一样。最开始，技术是远远达不到的。认识和理解动力电池眼花缭乱的技术，其实就是看它在怎么逐步解决消费者的痛点。最开始是解决了续航里程和安全性问题，现在是整个行业在快速充电，在全场景全气候条件下的使用上发力。

新能源汽车的两大痛点：续航里程和安全性

在政府层面，新能源汽车的发展完成了顶层设计，剩下的就交给动力电池公司了。毕竟，新能源车能否成为一个新兴战略产业，最终要看在跟燃油车的市场竞争中能否赢得消费者。首先得是能跑起来，也就是解决续航里程的痛点。实际上，锂离子电池在跟镍氢电池、氢燃料电池的“赛马”中胜出，就是它在续航里程问题上的表现更好、更方便。

中国新能源汽车走的是“绕开大路走两厢”的战术，“两厢”指的是大巴等商用车和低速电动车，“大路”指的是乘用车。从“两厢”向“大路”转化时，锂电池原有的技术路线遭遇了挑战——能量密度不够。

“两厢”阶段，电动大巴有的是空间放电池。我在比亚迪的展厅里看他们研发的第一代深圳电动公交车，车厢中部空间明显比前后部分要狭窄，站不了太多乘客。因为两边像砌了两堵墙，里面都是电池。低速电动车走不远，也不用考虑能量密度问题。乘用车底盘上留给电池的空间比电动大巴可小多了。它开得却要更远更快，对动力的要求比大巴车高。2016 年，四部委《关于调整新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》引入了电池能量密度的门槛，逐年增加续航里程的要求。要想获得补贴，中国的动力电池公司就像参加了跳高比赛，续航里程就像横杆，每年都要跳得更高才能继续留在比赛场上。

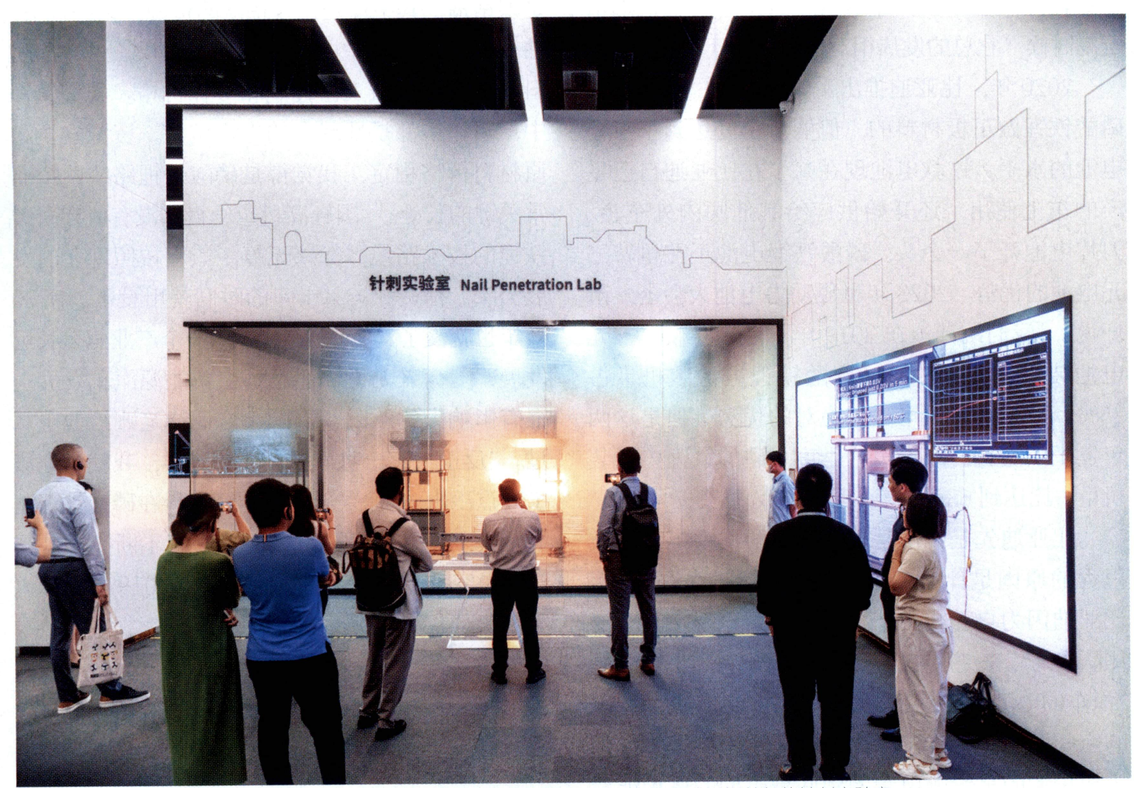
锂离子电池的制造企业为了适应新形势，就得转向能量密度更高的技术路线，也就是说从跟镍氢、氢燃料电池“赛马”时，磷酸铁锂做正极材料的锂电池，变成用镍钴锰酸锂做正极材料的锂电池。锂离子动力电池就此出现了两个“行话”，一个是磷酸铁锂做正极材料的磷酸铁锂电池，一个是镍钴锰酸锂做正极材料的三元电池。

三元电池后来居上，压倒磷酸铁锂电池了。徐兴无说：“这个补贴政策，明显就是按照三元材料去的了。比如说你要求电池整包的能量密度做到 140Wh/kg，三元材料容易做到，但磷酸铁锂当时很难做到。磷酸铁锂电芯能量密度的天花板是 140Wh/kg，你要做成电池包，还有 70% ～ 80% 的成组率，能量密度就变成 110Wh/kg 了。这样的能量密度的电池，放在乘用车上是不能用的，太重了，所以，磷酸铁锂就很难走下去了。大家都去做三元电池了。”

客观讲，这个政策抓住了那个阶段新能源汽车发展的牛鼻子。比亚迪集团，弗迪电池公司技术总监孙华军说：“一方面新能源汽车的基础设施比如说充电桩，到目前为止从整体需求上来讲，其实还不够。另外一方面，消费者能否真正接受电动汽车这么一个新事物，续航是关键。比如说锂电池，如果叠加北方冬天，再加上一些衰减，续航是会打折的。那时候会出现因为续航不够导致趴窝的问题。在消费者印象里，电池续航不够，充电找不到充电桩来不及充，充电速度还慢，这些因素就是新能源汽车行业发展的瓶颈。”

补贴是非常有力的导向工具。能量密度的补贴政策出台之后，三元电池的市场占有率上升很快。2018 年，国内动力电池累计产量 70.6GWh，其中三元电池占比 55.5%，磷酸铁锂占比下降到 39.7%。

这个故事没有结束。随着市场占有率升高，三元电池安全性的劣势就突出了。孙华军说：“当发生一些特殊情况的时候，三元电池会释放活性氧或氧气。高温失控的状态下会导致电池剧烈反应。所以，在发生事故的时候，可能电池会在短时间内燃烧爆炸，驾乘人员来不及逃生。”就在三元电池超越磷酸铁锂路线的 2018 年，中国工程院院士杨裕生在 2019 年一次汽车发展论坛上说：“根据不完全统计，我国 2018 年烧了 51 辆，因为有人有意删除烧车新闻，所以统计不准。其中 90%



针刺实验是电池检测里一种安全性测试，模拟电池在短路情况下的表现，图为比亚迪深圳总部的针刺实验室

以上是用三元电池的纯电动车。”他认为，高镍三元锂电池不应该是电池今后的发展重点，建议把补贴取消，或者补贴不和里程挂钩，不和现在的电池比能量挂钩。如果把政策改变，高镍三元电池不必冒险去做。

车规级零部件，安全性是红线。有动力电池行业从业者告诉我：“国家有关部门其实做过很多讨论，电池出过好多问题，但它作为一项创新技术，还是要宽容。”动力电池“硬着头皮”继续发展，但政策对安全性提出了明确的要求。2020 年 5 月，工业和信息化部颁布了一系列电动汽车强制标准，其中就包括一条“要求电池单体发生热失控后，电池系统在 5 分钟内不起火不爆炸，为乘员预留安全逃生时间”。这条强制标准被很多人解读为针对三元电池，从之前发生的自燃事件来看，多款搭载了三元电池的电动汽车从自燃到汽车着火的时间在几十秒内。

磷酸铁锂电池的反转

第二个回合，磷酸铁锂电池杀回来了。

我在比亚迪总部观看了一场针刺实验。在此之前，我数次看过这个实验的短视频，但真正亲临现场而且有心理准备的情况下，还是吓了一跳。在针刺向电池外壳的瞬间，电池喷火爆炸。速度快到我来不及按下手机的拍照键。针刺实验是一种相当专业的实验，它的原理是钢针刺穿电池时，钢针提供了电池内部短路的通路，电池的电能转化为热能。短路造成短时间内能量的集中爆发和释放，有可能冒烟、漏液、起火爆炸，联想到自己如果是坐在车里，我就觉得很害怕。

比亚迪把针刺实验设计为对照组，一块是三元电池，一块是磷酸铁锂电池。针刺进三元电池的时候，电池瞬间爆炸。针刺进磷酸铁锂电池的时候，电池没有起火。孙华军说：“磷酸铁锂的热

稳定性好，也不会释放氧气。当发生一些极端情况的时候，它总的发热相对比较少。”

2020年，比亚迪推出了刀片电池，它就是用磷酸铁锂做正极材料的，但能量密度达到了三元电池的水平。这款电池现在除了在比亚迪自己生产的车上使用，还开始供应给其他国内外车企。刀片电池开了一个头，磷酸铁锂电池正在扭转三元电池的优势。2023年世界动力电池大会上，苗圩说："我们统计，在2019年6月的时候，三元电池装机量占比75%，磷酸铁锂电池装机量占25%。当时，三元电池占绝对的优势。但是这两年发生了逆转，今年第一季度，磷酸铁锂电池装机量占比达到68.2%，三元电池仅占31.7%。"

比亚迪先是搞清楚了局限磷酸铁锂电池续航里程的原因是什么。跟其他动力电池公司相比，比亚迪因为自己也生产整车，动力电池和整车的团队沟通起来更顺畅，可以在一起讨论。孙华军说："汽车的电动化平台出来之后，它给我们动力电池的空间已经定死了。在这个有限的空间里，我们主要思考的是影响电量的到底是电池的体积能量密度，还是重量能量密度。在2018年、2019年前后，我们认识到是体积能量密度。所以，我们计算了一下电芯到Pack的空间利用，发现按照传统的模组方案，有60%的空间浪费掉了。这其中有的是空气，有的是各种连接的结构件等，我们想在给定的空间里怎么进行重新布置，能够提高体积能量密度。"

刀片电池是头脑风暴的结果，王传福也参与了研发。孙华军说："当时在青海，整车团队在王总的带领下，和包括电池团队在内的大家一起讨论。然后，我们就排出来刀片电池这个方案，算了一下体积利用率从40%提升到60%，磷酸铁锂的能量就够了。"

磷酸铁锂除了安全性之外，还有成本和资源上的优势。孙华军说："三元电池的技术路线用的是镍钴锰，其中镍是比较稀缺的资源，钴特别贵，钴很大产量不在中国而在非洲。所以，这些原材料就比较容易被上游控制和炒作价格。磷酸铁锂中，磷和铁都是地球上的丰富资源。资源安全和原材料价格稳定，我觉得是磷酸铁锂路线两个非常关键的长处。"国轩高科也一直都没有放弃磷酸铁锂的技术路线，徐兴无算了一下按照现在的发展势头，钴资源一二十年的时间就用没了，镍30多年也就没了。"这样的话，你一个产业怎么长远发展？"徐兴无说。他见到在新能源汽车发展上很有影响力的欧阳明高院士，把这笔账给他也算过。"反正大家一哄而上三元的时候，我就给他泼了一点冷水。"徐兴无说。国轩高科在磷酸铁锂路线上也一直在投入研发，能量密度不断突破，最开始是突破了140Wh/kg，一直到2019年，徐兴无说，他们做到了190Wh/kg。这个数字突破了业内曾经普遍认为的磷酸铁锂能量密度的天花板140Wh/kg。

技术突破：寻找续航里程和安全性的平衡

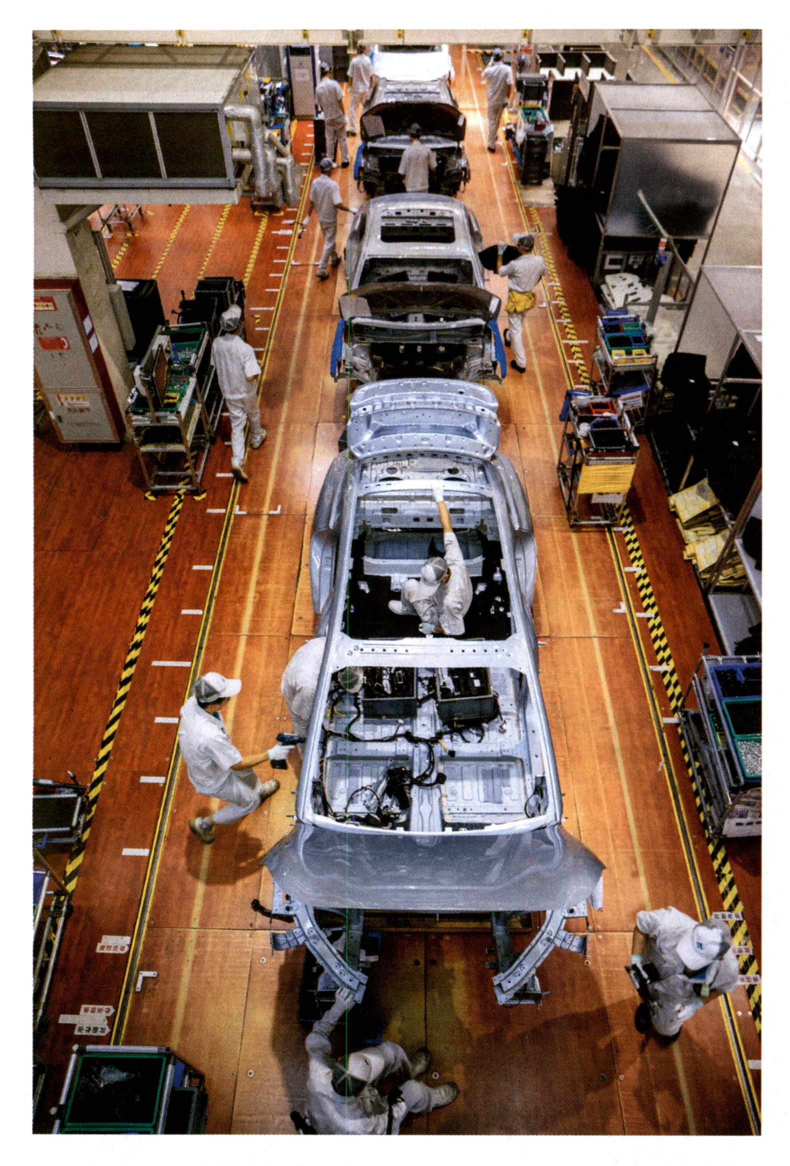
消费者肯定是既要安全性，也要续航里程的。三元电池的技术路线也有突破。它在发挥能量密度长处的同时，通过结构创新增加安全性。2021年，广汽埃安推出了弹匣电池1.0版，同时还公布了中国汽车技术研究中心的测试视频，对使用弹匣电池技术的三元锂电池整包进行针刺热扩散实验，结果显示热事故信号发出5分钟后，仅出现短暂冒烟，无起火和爆炸现象。弹匣电池实际上是一种安全系统，通过隔热的电池安全舱、极速降温的速冷系统等提高安全性。广汽埃安的电池研发总监王清泉说："供应商电芯的生产工艺怎么做，我们不会去限定，不管你是什么形状或者尺寸，或者是做卷绕工艺还是叠片工艺，理论上我们都可以拿过来，做成模组以后兼容到我们的弹匣系统里面。"

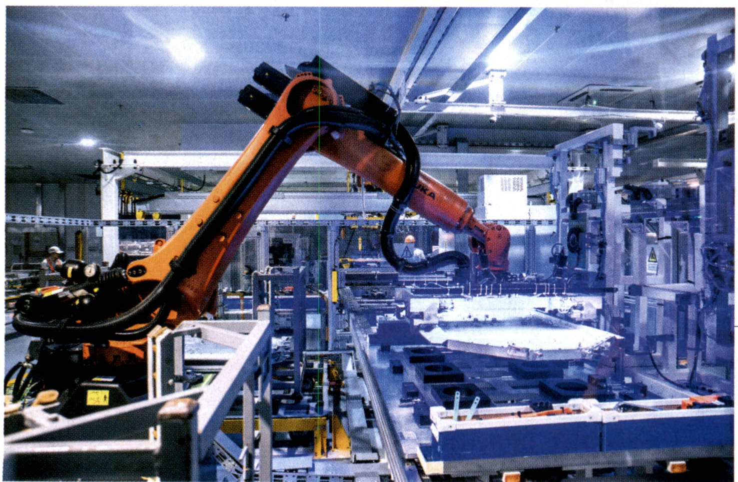
实际上，随着行业对电池的认识不断推进，电池的竞争已经从磷酸铁锂和三元材料的竞争，转为电池包技术和工艺创新的竞争。因为，大家觉得实现使用安全才是一条现实的道路。中科海

在这个有限的空间里，我们主要思考的是影响电量的到底是电池的体积能量密度，还是重量能量密度。



广汽埃安推出的弹匣电池是一种安全系统，里面可以使用磷酸铁锂电芯，也可以使用三元电芯





钠的市场负责人康利斌说："你可以把电池的隔膜看成引线，引线一抽，往上一扎就是个手榴弹。不管你是固态还是三元或者磷酸铁锂，电芯本质上都不安全。但是，使用安全是可以去努力实现的。第一个就是看它本身的一些参数，包括电压、温度还有电流；第二个就是它的封装结构，还有控制条件。其实光靠材料，钴酸锂是最不安全的，你拿个针尖，点一下，立马起火爆炸，但没有人觉得自己手机上的钴酸锂电池不安全，因为它在使用安全层面已经做得很好了，所以大家就不关注它的本质安全了。所以我们要把焦点放在消费者关注的地方。"

2022 年，宁德时代推出了麒麟电池。它也是在发挥三元电池能量密度长处的同时，通过结构创新增加安全性。根据宁德时代发布的资料，麒麟电池的电池包将水冷功能件置于电芯底部和电芯之间，使换热面积扩大 4 倍。电芯控温时间缩短到原来的 50%。在出现极端情况时，电芯可以急速降温，有效阻隔电芯间的异常热量传导。

2020 年，特斯拉推出了 4680 型号的圆柱电池，对一直存在的大圆柱电池限定了型号和尺寸，成为市场追捧的热点，这也是一种结构创新。亿纬锂能是中国企业里推进大圆柱产品最快的公司，已经取得了宝马的订单，成为其 2025 年推出的"新世代"车型的动力电池供应商。为了就近服务客户，亿纬锂能已经在沈阳和匈牙利投资建厂。亿纬锂能大圆柱电池技术中心产品总监刘静说："圆柱的结构强度比较高，我们

上图：电池痛点里，续航里程的问题现在基本解决了

下图：不同气候下的性能、充电效率等痛点，动力电池行业还在解决中。上下图均为广汽埃安在广州的工厂

通过一些设计让电池被触发的时候，可以通过防爆阀去把能量爆发出来，而不是通过顶部或者侧面爆喷把能量传递给周边电池。如果是传统的电池，它的能量传递到周边，周边电池可能会受热，发生蔓延效应。圆柱电池成组的话，它的中间是有缝隙的，电池间接触面也比较小。”

安全性变得越来越被关注之后，针刺实验已经无法引起轰动效应了。今年，埃安推出了弹匣电池的 2.0 版本，他们设计了一个枪击实验，来模仿电池可能遇到的极端环境。王清泉很坦率地说，选择这种形式，一个是从宣传效果上来考虑的，因为针刺实验大家比较熟悉，但它对电池的创伤面不是很大，而且速度也比较慢；相反，枪击带来的创伤面就大得多，而且瞬间击穿的层数，不是一个电芯，可能是三到五个电芯，这样对安全性的挑战会更大。最后，他们做到了 24 小时无明火。“24 小时无明火的话，其实电池包的温度已经降下来了，不会再复燃了。而且电池发生短路后，24 小时之内肯定会做出相应的反应，也会帮客户换掉，拆下来分析原因，处理。”王清泉说。

电池的新痛点：全气候、快速充电

我国虽然发布了《电动汽车用动力蓄电池安全要求》，强制要求“电池单体发生热失控后，电池系统在 5 分钟内不起火不爆炸，以留出逃生和救援时间”，但有业内人士告诉我：“现在的技术还没能达到绝对安全，只能说是比以前好多了。”

动力电池发展初期的两大痛点——安全性和续航里程中，最先解决的是续航里程。无论是磷酸铁锂路线还是三元路线，能量密度已经满足出行需求了。宁德时代首席科学家吴凯在 2023 年世界动力电池大会上说：“燃油车开起来谁都放心，不担心哪儿坏，加油里程也够长，电动车有不足。但是发展到今天，加上基础设施的配套，我的看法是，大家对于里程的焦虑不应该是第一核心的问题了。”

跟燃油车相比，新能源车其他的不足成了消费者新的痛点。第一个新痛点是不同气候下，动力电池表现不稳定。吴凯向参加会议的人们展示了一张中国电动化的区位图，上面显示，中国电动汽车的渗透率是不均匀的，东南高一点，西北低一点。吴凯解释说：“这个应该说有多方面的原因，比如经济发展的原因，但是也和我们的动力电池的一些特性是相关的。北方冷，我们的电池在冬天比夏天开的里程真是短，目前就是这个水准，所以这是我们需要去解决的问题。冬天的充电速度能不能跟夏天一样，冬天的里程能不能跟夏天相仿，这是我们第一要重点考虑的，也是今天还没有解决好的。”

第二个痛点是充电时间长，动力电池行业内叫作“补能”。吴凯说：“过节的时候，大家都出远门。我在网上搜索看到很多的信息，大家在高速公路上，燃油车的话，加油站的分布是够的。充电站不算多，也说得过去。但是两者明显有区别，大家去加油，5 分钟就走，一辆接一辆，很轻松。电动车就痛苦一点，一辆车占位一个小时，另外一辆车就在那儿等，所以如何让我们补能的速度和加油类似，是行业的另外一个痛点，也是我们急需解决的。”

宁德时代正在做针对这些痛点的研发。吴凯说，在低温方面，他们在做一种系统性的解决方案，适应低温气候的电芯、电解液，对隔膜进行了优化设计，还有电池包和电池管理系统的配套研究。“从今天的结果来看，低温充电时间比我们前一代电池减少了 25% 以上，低温动力性能也提升了超过 20%。”

在补能方案上，整个动力电池行业有两种办法，一种是快充，一种是快换。吴凯说：“未来的电动车，如果既不能快充，也不能快换，我的看法是难有生存之地，所以，这是我们近期急需解决的问题。”宁德时代在相对高端的车型上，正在做快充的研发。吴凯说：“我们今年会在某客户那儿新上一款车，充电不到 10 分钟，能跑 400 公里。”在大众车型上，宁德时代认为适合换电。换电的瓶颈是经济性。吴凯说：“今天的电池成本谈不上低，跑 500 公里、600 公里的车，电池成本 6 万元左右。我们车卖十几万元，电池就 6 万，这个比例比较大了。如果我卖你一部车，电池你不用付钱，你去租就行，我想终端的受欢迎度会是

比较高的。”宁德时代正在探索巧克力块一样的换电模式，吴凯说：“平时你上下班，你就一块电池，哪天上高速，出远门，你就多租两块。”他希望这个模式可以铺开。

宁德时代是世界动力电池头部企业，引领研发方向，其他公司实际上也在做各种解决痛点的尝试。新能先锋检测科技有限公司是一家第三方的电池检测机构，它配合电池公司进行研发中的电池测试，也就是说正在研发中的电池到了某个阶段或者某个性能需要测试时，就可以拿到这里来做。测试里出现的问题或者呈现的状态，新能先锋再反馈给客户或者客户的研发人员在这里参与检测。实际上像宁德时代、比亚迪的弗迪电池等大公司，自己就有电池检测的部门，问题是现在同步进行的研发太多了，不够用。惠州新能先锋检测科技有限公司总经理付盛荣说，他们的创始团队就来自于全球排名前三的动力电池公司检测部门。“我们在工作中发现资源不足，所以就需要委外处理。委外的过程当中，我们发现检测机构五花八门，而且需要对接非常多家。我们就想为什么不能把多家变成一家呢？我们几个同事凑了1000万，就创业了。”

中国动力电池公司里的研发力度，能从新能先锋的扩张速度侧面反映出来。付盛荣说：“我们第一年营收3500万元，第二年是8000万元，第三年是1.4个亿，去年是2.5个亿。我们赚了钱就投入去买设备，扩大基地。现在我们在宁德，也就在宁德时代公司附近，在昆山，也就是辐射国轩高科、蜂巢等长三角的电池企业，在惠州，也就是辐射比亚迪和亿纬锂能，还有东莞，东莞是为电池企业ATL服务，都有基地。”

在惠州基地，前台和一部分车间还在装修中，但已经有两层楼投入使用了。装备很多是新能先锋根据测试需要定做的，外形是巨大的立方体，连接着各种电线、数据线和检测仪器。有些设备里已经放进去了客户的电池包，都是未来几年会上市的动力电池产品。设备外面亮着灯，正在工作中。这些机器可以模拟电池包会遇到的各种情况。比如热失控，它就会导致大家最关心的安全性问题。付盛荣说：“比如说，我在电池内部内置一个加热或者针刺装置，第一看热失控是否会发生。第二看发生热失控以后有多长的反应时间，它是马上就失控，还是过一阵子。过一阵子，就是逃生时间。除了这种极端情况，我们还会做加热模拟。比如说，正常充电的时候电池会发热。我们要测试，产生的热量累积到多少的时候，会让电池发生热失控。”

宁德时代是世界动力电池头部企业，引领研发方向，其他公司实际上也在做各种解决痛点的尝试。

安全性现在是电池研发常见的项目了。客户们已经或者还在做哪些方面的研发，付盛荣通过订单就可以略知一二。行业里另外一个重要的研发，确实是补能。付盛荣说：“这方面第一是充电快不快，第二是充电多不多。行业内现在希望达到的方向是电池从0或者还剩20%的电量充到80%，在15分钟以内完成。按照现在市面上动力电池的能量密度，充电80%大概能开400公里。咱们国家有个疲劳驾驶的规定，开400公里就要休息。这样的补能方案，符合消费者的驾驶习惯。”吴凯讲的全气候痛点，行业里也有人在研发。付盛荣说：“他们用热管理系统来实现，比如说卖去北方的车，它设计一个加热系统，先给电池加热，再开车。卖去三亚的车，三亚可能温度非常高，那就要想怎么让电池处在一个舒适的环境中。除了热管理系统，跟电池的电芯也有关系，就是电芯的耐受度。”

有的电池包会在付盛荣这里24小时不停地测试一年到两年，这种是在研发电池的长寿命和存储性能。付盛荣说：“现在买车经常说质保几年、多少万公里，电池的循环寿命就是在这样的测试中跑出来的。早期的时候充放电做到800次，大家就觉得很多了。现在行业里充放电2000次、3000次都有可能。存储性能就是说，电池在我不用的情况下，比如充满电放在车库里，过一个礼拜去开，你不要告诉我电池没电了。”

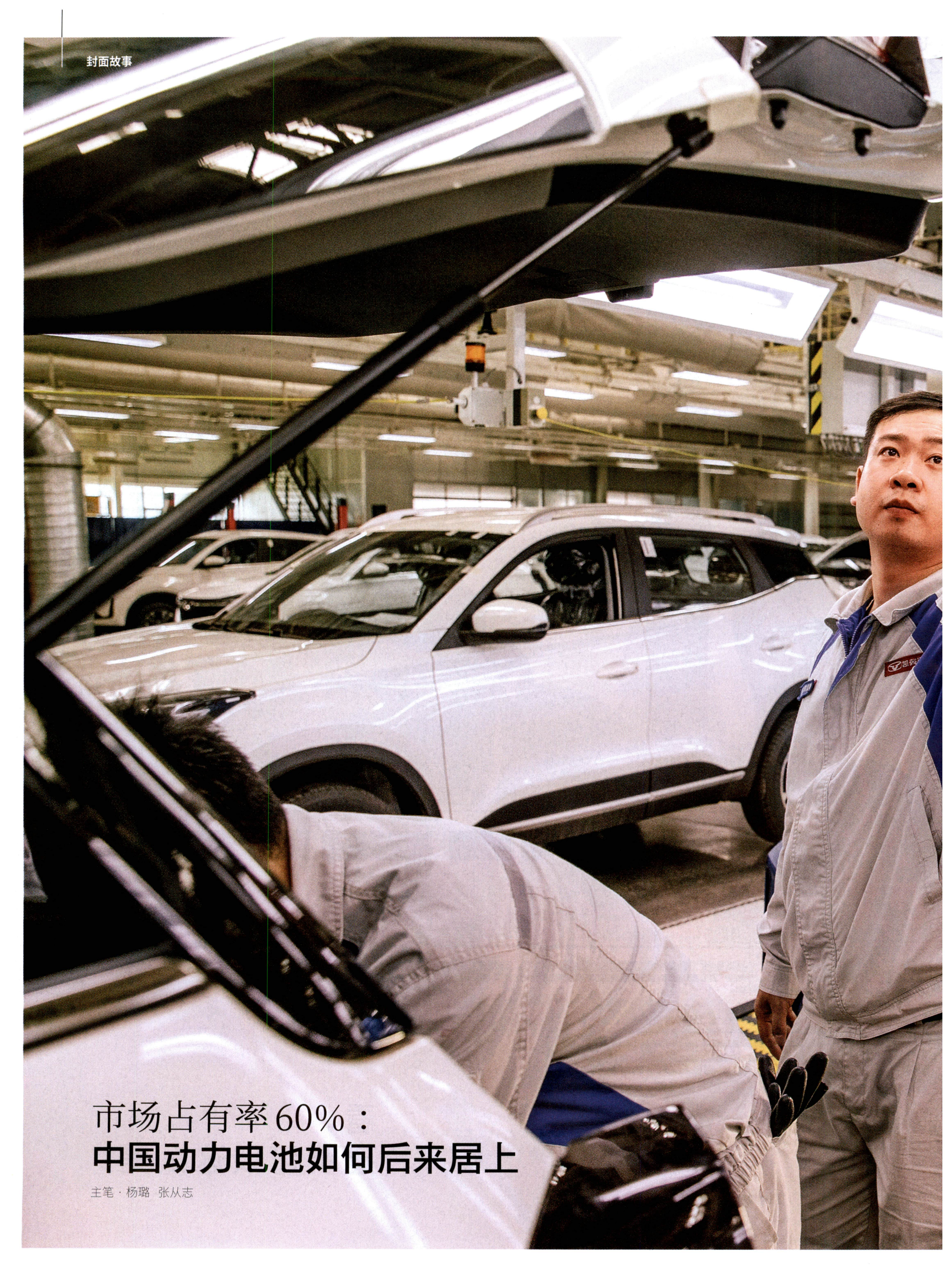
2023.08 少年新知 第八期

少年

看，
建筑可以这么美！



ISSN 2096-9740
国内统一刊号：ISSN 2096-9740
CN10-1742/C
邮发代号：82-51 定价：25 元



市场占有率60%：
中国动力电池如何后来居上

主笔·杨璐 张从志



凯翼汽车是新品牌，但作为宜宾动力电池产业链的一部分，已经打开出口市场

（蔡小川 摄）



2022 年 6 月 6 日，浙江省湖州市德清县一家新能源汽车工厂，工人们在汽车充电装置装配线上工作

2022 年，中国动力电池占全球市场份额的 60%，全球动力电池前十位的企业里，有六家中国企业。宁德时代连续八年稳坐全球第一，比亚迪在今年第一季度超过韩国的 LG，位列全球动力电池第二名。这些成绩来之不易。

动力电池的里子鲜为人知，值得讲述。因为它们是每一家动力电池企业、中国动力电池行业能否走远的护城河。这里面全是日积月累的功夫。每一项技术进步需要的是对电池理解的加深，攻克若干项工程难题，天文数字的研发投入，成千上万的硕士、博士工程师。我们常说中国制造业要从劳动密集型向技术密集型攀登，动力电池行业就是攀登的一个阶段性成果。它是把上世纪 90 年代以来制造业积累的生产经验、工程能力、制造业方法论浓缩到这一种产品里。

动力电池特别难做

我们探访了比亚迪、亿纬锂能、国轩高科、蜂巢能源的生产车间。一开始就让我们非常困惑的是，所有企业的保密程度都非常高。车间靠近走廊的那面墙是透明的玻璃，每家企业都是让我们通过玻璃看车间里的生产，并且不允许任何形式的拍摄。在进大门时，有的工厂门卫就把印有公司名称的镜头专用贴纸贴在我们的手机镜头上，还要确认我们每人一共带了几部手机。我们探访过不少行业的工厂车间，这种情况是第一次遇到。据说，他们同行之间也不会到对方的车间里参观。

动力电池的生产工序、建工厂的框架有公开出版物。这就像我们去了四家老字号的麻辣火锅店，火锅底料好像就是那么多材料组成的，但每一家都说自己家的底料是独门配方，不能外传。火锅底料有秘方是大概每个中国人都能理解的，但动力

电池是一个工业产品，为什么会保密成这样？

我们进入幕后开始讲。首先，动力电池太难做了。

消费者关心的安全性、续航里程、电池寿命等痛点，都是跟电池的生产相关的。国轩高科经开工厂的副总经理曾强是从国轩高科做电动大巴时就入行的资深制造专家。他最怕的三样东西是水分、毛刺和粉尘。

排第一的是水分。“锂电池很怕水，因为它的正负极材料，如果有水分在里面，很容易引起电池的鼓胀，气体会排不出去。水分还会产生一种叫作析锂的现象，增加电池短路的隐患，所以特别潮湿的地方其实不太适合建电池厂，即使建了，你除湿投入的成本也要高很多，这也是为什么我们每个月要交很多电费的原因。车间除湿的费用占到设备能耗费用的50%以上，反而是这些生产用到的机械设备，做生产动作，用不了太多的电。”曾强说。因为这个考虑，我们也没能参观电芯组装车间，因为人员频繁进出车间，在里面呼吸、走动，都会增加空气中的水分。

第二是毛刺。毛刺通常产生于加工切割的过程，比如切割极片的过程就会产生一些金属异物颗粒，这些颗粒如果进入到电芯里面，可能会直接戳破隔膜，造成电池短路。

第三就是粉尘颗粒。“灰尘进入产品，会影响性能的发挥，尤其是自放电。如果自放电出了问题，会在3个月或6个月左右展现出来，这只电池跟其他电池的性能可能有一点差异，比如自放电的快慢有点不同步。”

电池实际上是一种复杂的产品。深圳吉阳智能科技有限公司董事长阳如坤是锂电池制造的专家，他说：“我常说电池在使用过程中是有生命的。它依靠锂离子的物质转移，跟导线导电不一样。离子的重量大概是电子的3000多倍，这么‘巨大’的一个东西在里面跑的时候就会带来很多问题。比如说离子在移动的过程中极片要膨胀或者收缩，结构就发生变化。电池里很多问题都跟这个有关系。”

锂电池制造行业跟其他大规模制造业就不太一样。阳如坤说：“这个行业里很多看不见的因素对电池质量影响很大。比如说，一个正极材料是20微米或者十几微米，外面要包一层导电剂，导电剂是纳米级的，这两个本身差了1000倍左右，要让它们贴合得很均匀，导电才能很顺利。”

单独一个电池就已经这么难了，装到车上是需要几千节的。所以，装在车上的动力电池更难做。“手机电池是什么概念？同一个厂家生产的电池，你用着好我用着不好，我可能只是觉得我运气不好，它不影响使用，无非就是续航时间短一点。但在车上就完全不同了，车用的电池是一个集合的概念，比如一辆大巴车可能用到8000多块单体电池，这么多电池串并联在一起，每一块都可能成为短板，要是有一块电池容量低或者电压低，就会制约整个电池组。充电的时候就像灌水一样，它电压低就升高得最快，一下子就顶着了，其他电芯就充不满。等放电的时候，它最先放完，其他的电池可能还剩一半就停了。你也没办法把它单独拆下来。”徐兴无说。从手机电池到动力电池，要跨越的第一道难关，就是一致性问题，电芯之间的性能不能差得太多。

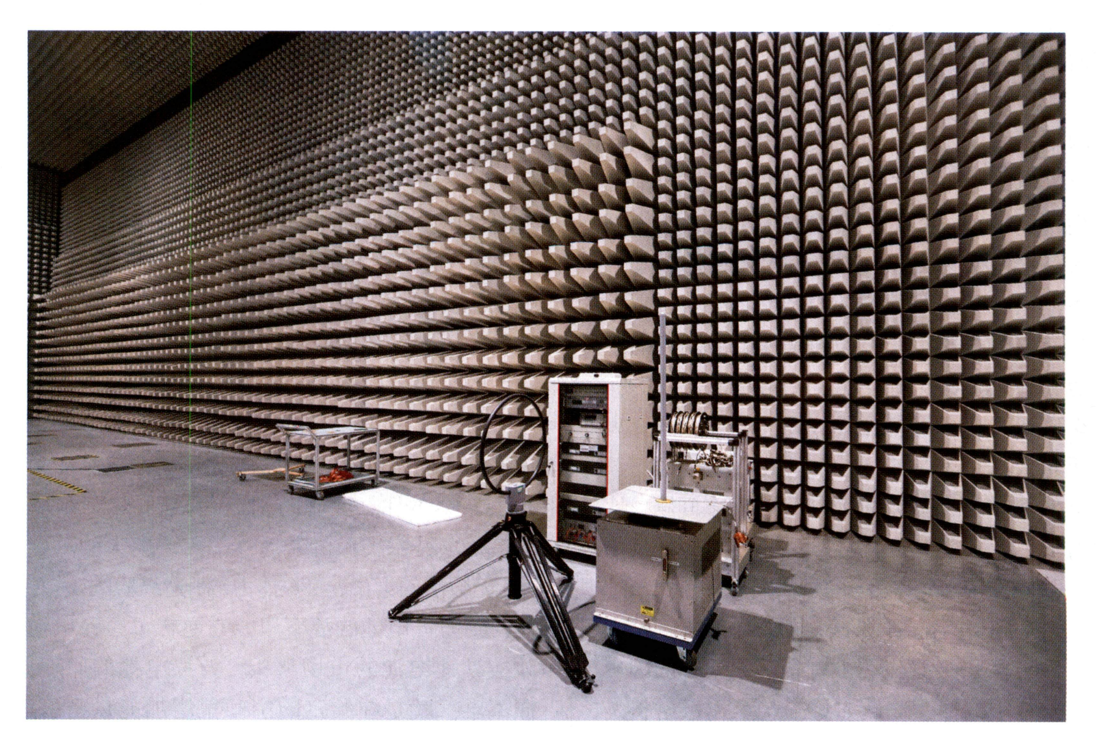
2008年，特斯拉开发自己的第一款纯电动汽车时，选择直接把6000～8000节叫“18650”的圆柱电池装上车，考虑的一个主要因素也是“18650”电池当时的产量高，生产工艺成熟，一致性做得比较好。这条路最后被证明是对的。

工艺也面临很大的挑战

保证电池的品质，对工厂的管理和制造水平要求很高。这还属于常规生产，现在电池要在续航、安全性、长寿命、充电等方面进行提升，一旦涉及创新，还要解决许多新问题。动力电池跟我们很熟悉的手机、电脑等消费类电子产品的迭代不一样，消费电子产品一个小改进就能推出新产品，年年推陈出新。动力电池的电芯和电池包，加起来有上万个零件，电芯的制造细微到微米级别。它的每一项技术突破的背后，都需要庞大的基础研究、无数次的尝试、工程能力、制造经验的支撑。

回到刀片电池的故事里，它逆转了三元电池和磷酸铁锂电池的市场势头。刀片电池的原理，听懂不难，就是在给定的空间里增加能量密度。

（于楚众 摄）



上图：国轩高科工程研究院副院长徐兴无，他做电池已经有20多年

下图：2017年10月17日，深圳比亚迪汽车工业有限公司电磁兼容（EMC）实验室内景

比亚迪把电芯设计成长薄的类似于刀片的形状，它们组装起来的时候，就类似小卖部里卖口香糖的样子，一片片口香糖竖立着插在盒子里。这种立起来的薄片，能够承担一部分结构件的作用，结构件省下来的空间，就可以增加能量密度。但把这件事实现起来，就复杂了。

坊间传闻，比亚迪一直在死磕磷酸铁锂的路线。孙华军觉得没有那么戏剧性，他是2000年从复旦大学毕业就来比亚迪工作的理科生，常年做制造业研发工作，他讲话很平实，有一说一。他说："安全性在我们内部是一条红线，但比如说续航、快充、低温功率等性能，是同步研发的。三元和磷酸铁锂路线，我们也是一直同步在做的。"比亚迪发展到今天，实际上研发团队的规模已经没必要集中力量，单点突破了，它的资金、软硬件和人力可以铺陈开来，做更大范围的研究。

我们的采访约在深圳比亚迪锂电池有限公司的动力电池实验室。这其实是一栋楼，里面包括一个省级技术中心和一个市级实验室，研发人员在此办公，也在此做实验。这是比亚迪动力电池的心脏部位，就算是比亚迪公司的员工，没有相关业务也不能随便进入。它是开放性的办公室，面积巨大，像图书馆里的阅览室，办公室的门口设有门禁，工作人员出入都要刷卡。除了深圳总部，比亚迪动力电池在上海和重庆也有研发布局。总体的动力电池研发部门，在职博士有将近500人，硕士将近3000人，动力电池领域申请国内专利超过7900件。新能源汽车行业的火热、动力电池竞争的激烈从研发中心的办公室里就能反映出来，面积这么大的办公室只有边缘位置有零星的空桌，工作人员说，马上都会坐满。2023年，毕业生就业难，但比亚迪动力电池部门招聘的应届毕业生接近900人，硕博士占比91%。

刀片电池是在这种技术高度密集的土壤里生长出来的。它的正极材料虽然是磷酸铁锂，却是比亚迪特制的。孙华军说："我们从2002年开始研究磷酸铁锂这种材料，想怎么能把极片的密度提到最高，功率性能发挥到最优，这是一个长期的过程。结合刀片电池的结构设计，我们的材料对压实的要求很高。所以，比亚迪弗迪电池的材料跟其他公司不一样，我们有特殊的要求。我们供应链里的材料企业，要按照我们在长期工作中积累的经验做。如果进来一家新供应商，它要在这些维度里被考查，直到满足我们的要求为止。"电解液也是自己配的。孙华军说："电池的很多性能是化学反应决定的。磷酸铁锂材料含有一些杂项，在电池使用过程中，可能会出现异物溶出影响性能。这跟很多方面有关系，其中包括电解液的配方。我们不买市面上的标品。我们有一个材料厂，把各种溶剂、添加剂买回来，按照我们的配方配制电解液。这应该是电池企业的核心机密。"

除了关于电芯的研究，刀片电池看起来只是做出了一个新的形状，实现起来却要挑战很多工程难题。孙华军说："比如电池里有一道工序是叠片，做小电池工艺已经很成熟了，但刀片电池要做得非常长、面积很大，就要考虑到它的精度和生产效率，对工艺带来非常大的挑战。"

电池排布要考虑力学带来的挑战。我们日常生活里都用电池，看似对电池现象很熟悉，但动力电池又大又多，有很多普通人想象不到的问题。孙华军说："刀片电池有一个典型的技术创新就是电池密排技术，但电池在充放电过程中是有膨胀的，它们有非常大的力产生。如果是3个电池堆在一起比较容易，100多个电池连续堆叠，极大的增加了动力电池系统设计的难度，整个行业从前都没有做过这样的产品。我们要保证每个电池在自己的位置上，保证电池两边约束的尺寸、电池的厚度等的一致性。除了电池特性，任何工业化的产品，目测一模一样，实际上并不是，它们在精度上是有公差的。所以，刀片电池要做好，我们必须要考虑到这些因素。我们对精度的要求非常高，整个电池涂覆宽度最大可达2米，尺寸精度要控制在正负5毫米以内。堆叠位置的精度，我们控制在0.2毫米以内。"

刀片电池的实现还涉及新工艺。孙华军说："比如从前固定都是用螺钉连接的，这是非常成熟的方案。刀片电池里是粘胶固定的，它的工作环境要求这种胶在几十摄氏度高温时不软化，低温时不变脆。我们要对胶黏剂材料进行选型或者开发。胶厚度的管控也非常重要，我们要求厚度一致性



左图：2020 年 9 月，中国新能源汽车生产累计突破 500 万辆

右图：2021 年 9 月 15 日，尼桑横滨总部的展示中心内，工作人员向来访者介绍新型混合动力汽车

在正负 0.1 ～ 0.2 毫米，对这么大面积的胶厚度进行一致性控制，也是行业里面第一次碰到的。接下来，我们还碰到一个非常大的问题，就是热管理。它需要用非常大面积的钎焊来实现，还有整个冷板的成型工艺，流道设计也是行业首创的。”

不仅仅是比亚迪，其他企业在推出新品时也要解决工艺问题。蜂巢能源的前身是长城汽车的动力电池事业部，引入外部投资拆分独立出来之后，专门做动力电池业务。他们现在的主力产品也是长薄型电池。比亚迪做的是最长接近一米的长刀，蜂巢做的是最长不超过 600 毫米的短刀。蜂巢能源执行副总裁兼董秘王志坤在电池行业已经工作了 18 年。他说：“我们可以看到，锂电池一开始主要是应用在 3C 数码类产品上，所以最早起来的是圆柱电池和与之相匹配的卷绕工艺。但我们判断，从结构方面来看，在圆柱、软包和方形硬壳三种形式中，方形硬壳在动力电池市场的占比会不断提高。而且在车上面，电池容量的大幅增加也是一个明显的趋势。综合下来看，电池就只能往长薄的方向发展。”

为了做出长薄电芯，蜂巢能源从 2018 年到 2020 年，花了两三年时间才完成技术突破，并且成功在客户的车上进行了验证。“传统的卷绕工艺不适合，它做小电池是可以的，但做长了以后，电池内径和外径压到壳里面去，电池的结构就不合理，比能量、循环寿命、安全性这些方面都会受到影响。”王志坤说。所以蜂巢能源一开始就确定要全力押注叠片工艺，“做叠片工艺，我们也没有多少经验可以借鉴。那时候国外企业的叠片工艺基本都是用来做软包电池，但做方形硬壳完全不一样，难度高得多”。

动力电池扎根于世界工厂

刀片电池所要求的工艺，没有现成的设备可以实现。为了让刀片电池上市，整套生产设备是



比亚迪自己设计和生产的。孙华军说："我们的产品研发团队、工程团队和设备研发团队是坐在一起思考的。因为产品从实验室到规模化生产，要考虑生产效率、良品率等问题，设备团队不仅仅要知道电池的尺寸等外特性，还要知道电池可能存在哪些失效模式等，我们要在设计的时候就定出合理方案。"

动力电池公司开发一种新产品，要定制新的设备，这其中涉及自动化、电器、机械设计、组装、调试等很多领域。如果把动力电池行业看作一棵正在生长的树木，研发是翠绿茂密的枝叶，根基其实扎在中国这个世界工厂的土壤里。

比亚迪在因为汽车品牌被消费者知晓之前，已经是个规模庞大的制造业企业了。在其总部厂史馆的二楼，陈列着公司生产的蓝牙耳机、智能手机、笔记本电脑、无人机等产品，客户遍布这些行业里的主要品牌。至今为止，电子代工业务大约还占比亚迪集团产值的四分之一。这些业务为比亚迪储备了出色的设计和工程能力。2020年初疫情暴发，王传福在1月31日决定做口罩，3月12日，比亚迪就做到了日产500万只，成为全球最大的量产口罩生产商。他们从零开始造机器，专业口罩厂当时是不能停产的，比亚迪的工程师就看着运转中的机器研究它的原理，然后画图，做零件，组装成机器生产。这其中就有刀片电池的工程团队参与。

比亚迪创办于1994年，起家的产品就是电池。为了做出电池而研发设备已经不是第一次。90年代，日本是电池制造技术的一座高山。王传福把日本全自动生产线的工序分解成工位，然后由工人加夹具的办法代替机器生产。他用这种方法生产镍镉电池，也用同样的方法生产锂离子电池。这件事听上去好像有点不可思议，但中国人信奉"黑猫白猫，抓住老鼠就是好猫"，总能想出自己的办法来解决问题。锂电池在生产中如果控制不好水分，电池就会"鼓肚子"。日本是用建干燥室



比亚迪深圳总部员工出行乘坐云吧，类似于有轨道的空中巴士


（蔡小川 摄）

来解决的，造价和每年的消耗都非常昂贵。王传福设计在一个封闭房间里放很多干燥剂，工人在里面操作，电池从很小的窗口进出。这种中国特色的干燥室也能起到改善电池品质的作用。

当时，国际市场上锂离子电池的价格在 8～10 美元，比亚迪用工人和夹具的方法生产的锂离子电池一下就把价格打到 2.5 美元。墨柯在这个行业里接近 20 年的时间，向我们讲述日本、韩国和中国的此消彼长。他说："索尼把锂电池商业化之后，日本企业迅速形成了产业链。有段时间，日本的手机、笔记本电脑、数码相机统治全球，就因为它的锂电池产业强大。锂电池技术扩散到韩国和中国的过程里，韩国的办法是先买一套日本的设备回来拆解，然后把设备仿制得一模一样，生产的产品也基本一样，但成本就低很多。那个时候，韩国的三星和 LG 是日本企业最大的竞争对手。"

中国企业当时没有韩国公司的实力，买不起日本设备。墨柯说："王传福给行业做了大贡献，就是想出来这样的生产模式。我们当时人工成本比机器便宜，生产出来的电池就比日本、韩国便宜很多。最开始，我们的电池品质差一点，可能卖不到三星手机或者什么高端品牌，但我们国内也有手机和笔记本电脑公司呀。反过来讲，日本和韩国的电池品质好，我们国内品牌用不起。比亚迪这种生产模式一出来，国内锂电企业全明白了，这个方式最适合中国国情，都跟着干。"

比亚迪诞生于深圳，珠三角是中国走市场经济道路以来，制造业的发源地之一。离开深圳的市中心几十公里，到处是产业园区，都是动力电池行业可以调动的资源。王传福在创立比亚迪之前，本来就是被单位派到深圳来成立电池公司的。当时跟他类似，带着制造业经验来到深圳并进入锂电池行业的人还有很多。深圳吉阳智能科技有限公司是国内最早生产锂电池装备的企业之一，客户包括宁德时代、国轩高科、亿纬锂能和力神等国内排名靠前的企业。董事长阳如坤毕业于中国机器人事业的发源地沈阳自动化研究所，后来又在国内第一家机器人上市公司新松机器人自动化股份有限公司工作。

阳如坤在2000年被单位派来深圳拓展业务，在这个过程中接触到深圳一家动力电池企业。“我们那个时候已经是中国汽车装备的老大，还为华为、富士康做一些订单。深圳那家企业张罗着想把电池做起来，但没有设备。我们就派了一帮人去研究电池、研究工艺，这个项目是深圳政府投钱，给了我们9588万。后来那家企业没做起来，但我认识了陈立泉院士。他觉得我们设备做得还不错。”阳如坤说。

他后来离职创立吉阳公司，带着当时中国一流的自动化经验为锂电池行业研发适合中国国情的设备。他说：“锂电池有一个卷绕的工序，最早的时候是像缝纫机一样，人拉着极片，脚踩一下就卷完了。每个人的力度都不一样，所以电池的一致性很差。”阳如坤说。当时有中国企业买了日本的自动化卷绕机。“他们买回来之后生产效率很低。因为中国极片质量差，要么极片断掉了，要么隔膜断掉了，走走停停。我做的卷绕机是利用真空产生的吸力，人只要扶着极片就行，力是真空的吸力。电池的一致性就好一些。”阳如坤说。

就像刀片电池有比亚迪的制造能力支持，很多动力电池公司都跟吉阳这样的中国装备企业合作过。阳如坤的很多设备，就是跟宁德时代一起研发的，用在宁德时代的灯塔工厂里。他说：“中国锂电产业让人自豪的，就是从头到尾是自己搞的。国内电池公司的产线上，国产设备大概占了95%以上。”国产设备的生产效率很高。阳如坤说：“我的设备的性能指标肯定是超过日本、韩国的。比如叠片这个工艺，日本机器可能每分钟叠片的数量是我的十分之一。因为日本还是靠机器人模仿手工的工艺，把材料抓来抓去的办法在做。我去研究了叠片的原理，在流水线走的过程中，我就完成叠片这个工序了。我做的是大规模连续的生产，中间不停，效率就提升了。”

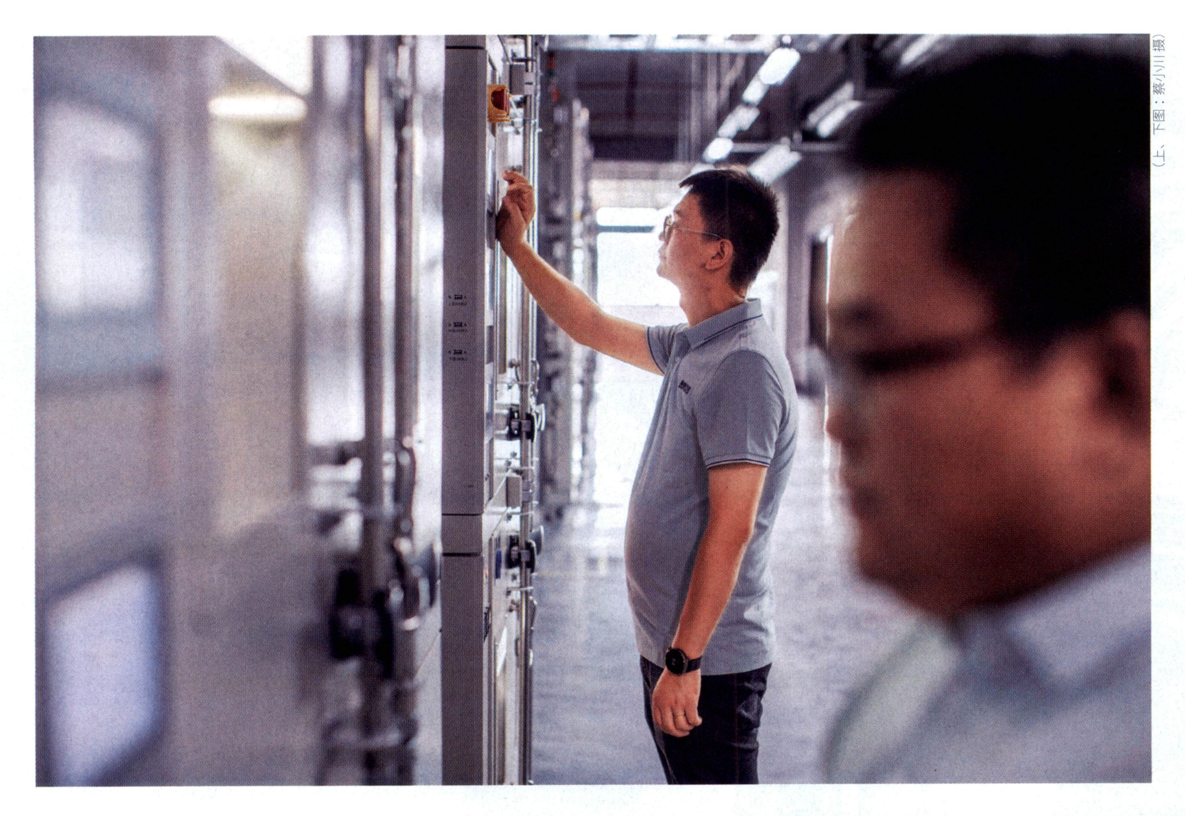
制造能力让中国动力电池具有竞争优势。中国汽车动力电池产业创新联盟秘书长许艳华说：“设备自主可控，就让我们掌握了发展的主动权。”技术创新，由制造能力去实现。建造工厂的速度和成本也低。许艳华说：“我们建一个工厂差不多是18个月，国外需要24个月到30个月。我们的发展速度就快。另外，成本也在降低。从前建一个G的产线起码投资3个亿的成本，现在下降到了2个亿甚至1.5亿。装备和制造能力是非常非常关键的。”

高学历的行家扎堆

当开始有人进入锂电池行业创业时，中国制造业的土壤虽然日渐肥沃，但锂电池研发和制造业的知识却是从零开始学习的。这个行业虽然也跟劳动密集型企业一样从手工作坊起步，但它本质上是技术密集型的。从最开始，这个行业的从业者和锂电池的研究者就保持着密切的联系。陈立泉院士是中国锂电池领域首屈一指的专家，他做学术，也非常热心于中国锂离子电池的产业发展。他说：“我一直对周光召很赞成，他做中国科学院院长的时候有一个思路，就是除了基础研究，要往产业化走。因为这个思路，我们物理所的锂离子电池、磁性材料才往产业化走。磁性材料的中科三环，现在是全世界第一。我也是在这个背景下，开始跟ATL有了交集。”

陈立泉在1999年去参加了一个锂电池公司要不要成立的咨询会，这家公司就是ATL。2011年曾毓群将动力电池事业部从ATL中独立出来迁往宁德，就是现在的宁德时代。“第一次会议，它技术方面来了两个人。一个是从武汉理工大学留学美国的，一个是真正的美国人。那个美国人开会时一句话不说，后来我才知道他是做什么的。他在一家做胶片的公司涂了20年胶片。锂离子电池有一个叫作涂布的关键工序，涂正极片和负极片，跟涂胶片是类似的。中国科学院感光所也有涂胶片的技术，所以他们开了涂布机的公司，我们第一个涂布机就是跟感光所合作的。我想他涂了20年胶片，涂布技术上肯定没问题。开完会之后，我给他们写了5项意见，就是说公司可以成立，但如果只靠这两个人发展不起来，一定要靠自己。后续科技不行的话肯定不行。”

2001年ATL正式成立，大概每过一两个月，陈立泉就去一次，帮他们解决技术问题。后来陈立泉院士和中国科学院孙世刚院士领衔建立了院



（上、下图：蔡小川 摄）

上图：新能先锋是发展迅速的第三方电池检测机构，配合各动力电池企业进行研发

下图：动力电池研发过程中，会通过检测仪器模拟各种环境来看电池的性能表现



士工作站。陈立泉说：“ATL 刚成立的时候懂技术的人不多。”ATL 的创办人之一陈棠华向陈立泉提建议，希望可以帮助 ATL 培养人才。曾毓群就考上了陈立泉的博士。“曾毓群本科是学造船的，但后来在新科电磁厂工作。那个公司是做计算机磁头的，他就对磁学很了解。口试的时候，组长是学磁学的，问了很多磁学的问题。他对答如流，口试分数很高。曾毓群很聪明，学东西很快，磁学、电池都是后学的，一说就懂。宁德时代发展到现在这样，没有曾毓群不可能。”陈立泉说。

曾毓群和宁德时代很低调，关于他的细节并不多。几乎所有 ATL 起步的故事，都写到曾毓群曾经带着 100 万美元到贝尔实验室买聚合物锂电池的专利授权。当他按照专利配方试制电池时，发现电池品质有严重的问题，根本无法量产。贝尔实验室也不知道如何解决。曾毓群于是带领团队进行技术攻关，解决了这个问题。这个故事的原始出处没法从互联网上如海一般的同质文章里找到，但曾毓群等早期就进入锂电池行业的人确实很多都是做技术出身。

跟改革开放初期乡镇企业家来自草根阶层，凭借人口红利致富，互联网公司企业家来自于海归学生，凭借 Copy to China 致富都不一样，动力电池行业这一批企业家是 80、90 年代的理工科大学生，甚至还来自于不错的大学，毕业后分配到国营、军工企业里，又在 90 年代下海闯荡。曾毓群本科毕业于上海交大，他后来到新科电磁



（蔡小川 摄）

多年来，中国制造业积累了一套方法论

厂工作。新能先锋总经理助理罗晓枫学生时代曾经在这里做过暑期工。她回忆说："这家公司有专门的职工培训，属于当年东莞规模大又正规的企业，发展最好的时候，下班的工人出大门时脚挨着脚。"新科电磁厂出来的几个同事现在都是宁德时代的高管，陈卫则创办了锂电池负极龙头企业璞泰来。王传福本科毕业于中南大学，硕士就读于北京有色金属研究总院，曾经是全国最年轻的处长。已经做了38年电池的亿纬锂能创始人刘金成本科毕业于电子科技大学，被分配到国营752厂。国营752厂隶属于电子工业部，是全国最大的综合性电池厂。他又从那里考取了武汉大学电化学硕士，创业后继续深造，读了华南理工大学的博士。

这些人都是高考扩招前选拔出来的聪明人，既受过很好的大学教育，也受过很好的制造业训练。他们知道如何通过学习来解决问题、获得进步。陈立泉说："2010年，我做了一个《中国锂电如何突围》的报告，当时日本企业的市场占有率一直在往下掉，韩国企业的市场占有率一直在往上升。中国企业的市场占有率是上升了一段之后就持平了。我曾经被韩国邀请去做兼职教授，对他们的情况很了解。韩国是举国体制，政府把科研经费给到三家大企业，学校从公司去拿钱。我提了一个建议，就是政府要支持锂电池行业，同时研究机构、大学要跟企业合作，尽快将先进技术产业化。当时ATL的董事长张毓捷也在，他跟我讲，锂电突围从ATL开始。"2011年，ATL的动力电池部迁往宁德，成为全中资企业，改名CATL，也就是宁德时代。为了聚集人才，尽快发展锂电技术，宁德时代成立了专家委员会。到2014年中国锂离子动力电池的世界市场占有率已超过韩国和日本，稳居第一。

在2023年的世界动力电池大会上，宁德时代首席科学家吴凯说："目前按我们的统计，和106所高校、29家科研院所、6位权威院士展开深入的合作，包括两位做电解质的专家，这是我们急需合作的院士。"如果对国内制造业存在低端、没有技术含量的印象，动力电池行业会颠覆这种认知，它有学术氛围。吴凯的演讲非常像大学研讨会发言，他花了很大的篇幅讲宁德时代的研发方法论，涉及材料学和力学的发展，以及宁德时代如何用计算加快研发速度等。我们去中国科学院物理所采访时，也刚好遇到宁德时代负责材料创新的21C创新实验室的研究人员去拜访。这个实验室里就有负责人是陈立泉的学生，学术上的交流一直不断。亿纬锂能也有学术氛围，员工说起刘金成的时候都叫"刘工"。刘金成是正高级工程师，入选国家科创人才"万人计划"，享受国务院政府特殊津贴。他自己就是锂电池行业里公认的专家，亲自过问亿纬锂能中央研究院的研发，像博士生导师带学生一样带团队。亿纬锂能还拥有"锂电池关键技术与材料国家地方联合工程研究中心"等创新平台，想做成有全球影响力的锂电池研究基地。

在完成国际大单中成长

除了科研，实践也是精进业务的重要渠道。中国制造业很大程度上是在为了争取客户做准备和完成客户订单的过程中学习的，一路争取到国际大品牌客户，工厂的生产和管理水平也随着提高。锂电池行业也遵从了这个学习路径。1997年，比亚迪成立了中央研究部，也就是现在比亚迪中央研究院的前身，目的就是赢得摩托罗拉、诺基亚等大客户，研发和生产出品质符合它们要求的电池。3年之后，比亚迪通过了摩托罗拉的审核，成为摩托罗拉的第一个中国锂离子电池供应商。比亚迪获得摩托罗拉的订单，就像拿到一张国际品牌的通行证，诺基亚等其他国际品牌陆续开始跟比亚迪合作。

ATL的成长路径也类似。墨柯说："ATL正式成立之后，鼓捣了三四年，拿到了iPod的订单。电池越小，制造起来越容易。iPod的电池比笔记本电脑的电池容易做。可能因为这个电池太小，赚钱不多，竞争没那么激烈。这个时候，我们国内的电池厂就有切入点。紧接着到2006年、2007年左右，ATL就开始进入到国际大品牌手机的电池供应商行列了。"

通过接到国际大品牌客户的订单，进入高端电池领域之后，中国锂电池学习和进步的速度很快。就在2010年，陈立泉院士做《中国锂电如何突围》报告之后不久，中国企业就开始抢韩国企业的市场份额了。墨柯说："中国制造业有一个基因就是能够把成本迅速降低，我能跟你做一样高端的产品，但我成本比你低。后来有一个标志性的事件，就是2016年，三星手机的电池爆炸。调查发现，爆炸是因为三星自己生产的电池有问题，它购买的ATL的电池都没有爆炸。后来三星手机陆续也不用自己公司生产的电池了，买中国的。这意味着中国消费电子的电池在技术和生产上赶超了。"

宁德时代在动力电池领域的第一个进步来自于跟宝马的合作。曾经担任过华晨宝马总裁的魏岚德博士在中国工作时，接受过几次中国媒体采访，他回忆当时的经过："一开始，宁德时代还有些犹豫要不要全面投入这个项目，在他和曾毓群喝了一个漫长的下午茶后，对方就下定决心了。两人之间也建立起了友情。"其实，宝马当时也有一些犹豫，因为宁德时代的动力电池生产技术还是一片空白。魏岚德在接受记者采访时说："宁德时代的母公司ATL在消费类电池领域具有丰富的经验，为苹果公司供货，相对而言有一定的技术基础。"

动力电池行业流传着宝马800页德文技术文件托起一个宁德时代的说法。除了书面文件，双方合作很紧密。魏岚德接受采访时说："我们将内部电动车和电池方面优秀的人才，组建成专门的专家团队，与宁德时代建立高规格的联合开发团队，共同解读动力电池生产标准，帮助其建立工艺流程。一位宝马高级别工程师在宁德时代长期出差，一待就是两年，当时还让宝马一些工程师提前退休，为宁德时代所用。"

通过与宝马的合作，宁德时代对动力电池甚至新能源汽车的理解提高了很多。墨柯说：“跟宝马的合作对宁德时代是很大的财富，它认识到了电池怎么造才能适应车辆的要求。站在车的角度去做电池，而不是孤立地做电池，这个视野就让宁德时代跟其他电池厂不一样了。它在国内的第一个大单子是宇通公司。当时，中国新能源汽车的发展战略是‘绕开大路走两厢’，所以，电动大巴很火，宇通公司是国内最大的大巴厂。宁德时代拿着从宝马学到的一套技术去接触宇通。宇通也眼界大开，它从前的电池供应商是沃特玛，但自从跟宁德时代一接触，就感觉沃特玛不行了。其他整车厂也更相信宁德时代，而且它的电池品质确实好。所以，宁德时代好像是迅速从无到有就发展起来了。”

亿纬锂能已经进入国际一流车企的供应链。它的工厂环境就让人惊讶。电池生产对环境要求特别严苛，进车间要全身除尘，还有人定时打扫。一条长走廊上设置有若干个工人休息的茶水间，设计成吧台的形式，跟白领工作的茶水间也是一样的。它的品质理念总结出来是八个极度认真，贴在醒目的位置，除了消灭毛刺、粉尘，控制水分等生产要求之外，还要极度认真地养好花草。亿纬锂能的工厂厂区沿路，都栽种着绿植，有专人修剪。在总部厂区，去年还新装修了咖啡馆。员工告诉我，亿纬锂能的工厂已经开出了国，客户很多也是国际公司。老板希望大家习惯咖啡。这些细节跟传统的中国工厂不一样，它更现代化和国际化。亿纬锂能时常有国际客户来看厂，从环境氛围上就营造出一种共同语言。

亿纬锂能和这家国际一流车企的合作最开始是订单形式，2020 年开始，双方的关系更紧密了。刘静说：“2020 年的时候在策划它的下一代车型。我们就想这个电池应该是一款具有更高能量密度、更高安全性的产品。我们在一起讨论了很多方案，最后认为类似于大圆柱电池的产品是比较好的方式。”做大圆柱电池这样一种产品，亿纬锂能有优势。这家公司一直在生产 18650 型圆柱电池，客户都是国际大企业。刘静说：“18650 圆柱电池跟大圆柱电池很多技术是相通的，我们在制造方面就有经验。商业上我们也有优势，因为做圆柱电池的相关原料，我们都有长期合作的供应商。如果是其他企业，从零开始做圆柱电池，第一要积累生产经验，第二要找供应商。供应商非常重要，它给你提供的东西到底好不好，对你的工艺也有影响。”

亿纬锂能的 18650 圆柱电池做出口碑，也是在满足国际头部客户严苛的质量要求中，提高生产能力的。刘静说：“我们会用到电阻焊的工艺，从前我们认为底部不可避免会有一个焊接的外观痕迹，就是焊痕。我们从前理解这是它本身就会存在的属性，避免不了。但是，我们的客户之一，也是全球最大的电动工具制造商之一，对焊接的外观提出了一个明确的要求。我们双方一起去打磨这件事，满足他们要求的过程中，发现表面上看这是一个外观要求，但它对焊接质量的一致性确实有帮助。焊接拉力的一致性，跟是否焊接漏液是强相关的。”

要达到这个要求，并不是修改工艺或者提高精细程度那么简单。刘静说：“整个跟焊接相关的东西，我都摸索了一遍，比如工艺创口的摸索、焊接设备的稳定性、焊接电源的稳定性等。类似这种跟国际头部客户在一起合作和打磨，我们还提炼出一些质量要求，贴在工厂的醒目位置。”刘静是华中科技大学硕士毕业，研发电池是专业对口，但这些制造工艺上的内容，全都是在跟客户的交流中学习的。“客户给我们提要求，我们努力改善，然后发现制造系统这些都在改善。在整个过程中，我还完成了 Know How 的提升。”

进入到动力电池领域，特别是跟德国汽车企业合作，亿纬锂能也做了跟传统业务相比更多的努力。刘静说：“德国汽车工业是走在世界前列的，它的汽车制造和工业有严格的标准。我们要经过很多认证，没有这些进不到供应链体系里。比如国际客户来检查工厂，他们是用一整套标准来对照的。我们一开始就接触大企业，就是一开始就在标准天花板了。这个过程中我学到的不仅仅是技术开发，一个产品的规格指标要求，还有生产体系、管理体系、项目对接体系都学了。”



国轩高科旗下的一家电池工厂内，工人正在检测电池包

护城河，是时间和经验的积累

从现在的市场排名看，"卷"到现在还存留下来的企业，都不是"小白创业"。还记得我们一开始的困惑吗？电池生产车间为何如此神秘？因为生产电池这个庞大的工程，是需要经验积累的。阳如坤说："电池有一个非常重要的事实，很多人不懂，它不是一个完全由理论确定的东西。它更多是靠实践出来的。比如说生产过程里，有毛刺管控、张力管控，你要做到多少，理论只能是方向指导，靠的就是实践。电池做第一轮的时候，可能合格率只有30%，优化一下可能到50%，最后优化到90%以上。"阳如坤跟很多电池企业合作过，对"行规"很理解，每家好不容易积累的经验都体现在车间里，比如生产现场的排布，甚至一根电池草料输送管子材质不同，对制造电池的质量都有影响，内行人看到就把绝招学走了。

如果没有足够的经验，做电池会遇到很残酷的事情。阳如坤说："比如一个100块钱的电池，里面有个胶纸就2分钱。这个2分钱的胶纸可能水分偏高，可能黏性不够、弹性不够，就导致这个电池不能用。2分钱的东西出问题，对整个工厂的伤害就这么大。所以，我见过电池厂建好之后，老板不敢做。因为他一天投进去几百万，发现生产的电池良品率很低，第二天还敢投吗？"挖人也很难快速补上短板。阳如坤说："原班人马搬去另外的地方建厂，刚开始都会出很多问题，要摸索。因为锂电池受环境影响大，厂房发生变化、湿度分布发生变化都会对电池有影响。挖人很少能挖得很全面，而且现在中国每家企业都有自己的理解和做法，这里挖一个，那里挖一个，来了之后磨合也要好久。"

中国锂电池行业从90年代开始，先是生产消费电子锂电池，在国家发展新能源汽车之后，又拓展出动力电池的新领域。20多年来，跟日韩竞争，国内互卷，大浪淘沙，墨柯说："现在在全球动力电池排名靠前的中国企业很多都是有消费电子类电池生产经验的。"比亚迪在2002年，镍镉、镍氢和锂电池分别排名全球第二、第三、第四。亿纬锂能的创始人刘金成做了30多年的电池，布

局广泛。刘金成和他的博士同学邀请的电池专家攻克了中国一直需要进口的锂亚硫酰氯电池，在后来国家进行全电网智能电表改造升级工程中，80% 的电池采用的是亿纬锂能的产品。全国 ETC 使用的电池里，亿纬锂能也有 70% 的份额。

宁德时代看起来成立得晚，但它脱胎的 ATL 现在依然是消费电子领域锂电池全球排名第一的企业。不仅如此，徐兴无很早就跟曾毓群的团队认识。徐兴无说："早期他们做动力电池遇到过一致性的难题，就是电池单体作业的时候很好，但是一并一串马上就不好了。他们当时还没独立出来，ATL 的母公司是日资企业 TDK，制造业方面的工程能力确实非常强，最后，他们把这个问题攻克了。"

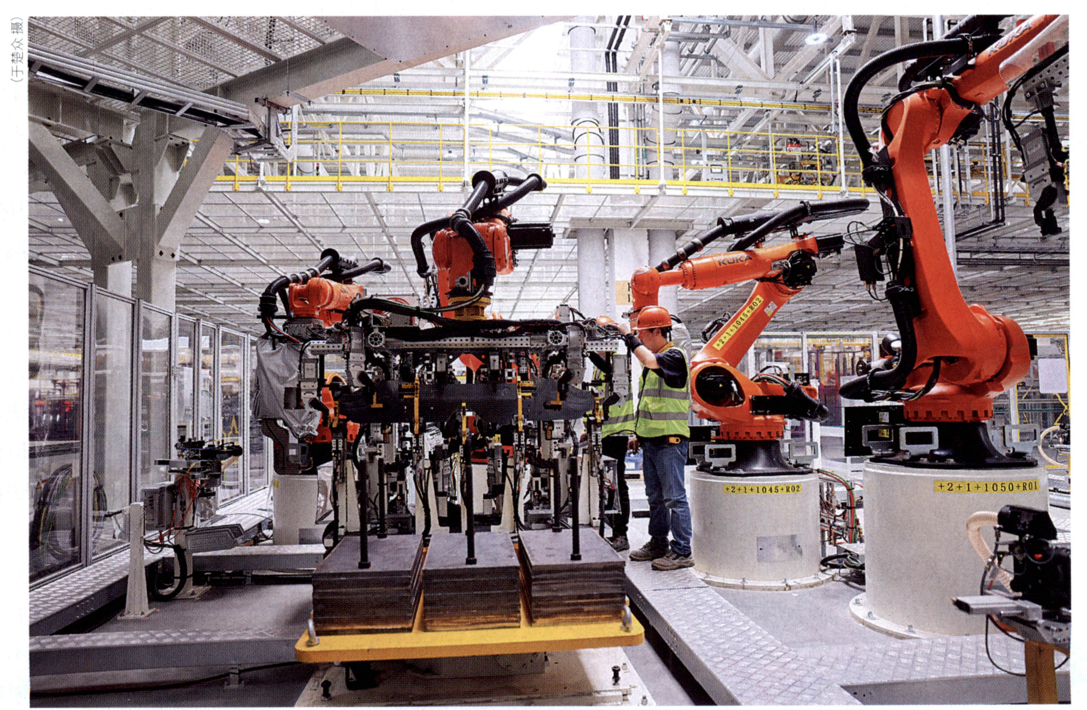
国轩高科作为初创的锂电企业，没有做手机电池的经历。它也迅速意识到要通过其他渠道积累经验。2006 年创立后，他们从研究磷酸铁锂材料开始起步，后来把电池做出来了，但没有市场。为了生存，他们尝试过把电池装到自行车上，但电池的价格甚至比车还贵，也没卖出去多少。他们后来还尝试过出口，欧美有些地方的人会买电池回去改装到自己的自行车、摩托车和滑板上。最难的时候，他们还承包过一个路灯项目，上面用一块光伏板和一个风力发电机，下面装一块电池，最后一算，10 年都收不回成本。

头部企业的研发团队通常是一起工作多年的老同事。孙华军说："我们对电池的认识和理解是不断加深的。我觉得关键是核心团队成员的长期稳定，因为这些经验、积累和传承非常重要。"动力电池虽说是个高科技行业，但跟过去十几年我们熟悉的互联网企业风格不同，它们得做时间的朋友。刘静硕士毕业的时候，动力电池行业的发展正好遇到一些波折，他的同学很多去做了公务员或者老师，他自己喜欢这个专业，还是想从事专业对口的工作，通过校招进入亿纬锂能。刘静说起老板刘金成，就叫刘工。他说："刘工讲，这个行业就是要踩坑，要笨笨地做，太聪明的人在这个行业里待不了太久。"经过 7 年的工作，刘静现在已经是团队负责人了。阳如坤说："刘金成的技术非常不错，他的人都是自己培养的。一个做电池的人才能够成熟，至少要在这个行业里成长 5 年到 10 年的时间。"

这些企业也注重培养和留住技术骨干。比亚迪的展厅里跟专利技术墙面对面展示的是优秀工匠的荣誉墙。从 2021 年开始，比亚迪每年从几十万员工里评选金徽工匠，评选标准是要在岗位上表现突出，绝技绝活在国家、行业或者公司里是顶尖水平。在弗迪电池工作的韦家亮就被选为第一届金徽工匠。他是 2007 年入职比亚迪的，从事电化学研发工作。他通过攻关，解决了好几项技术的大规模生产问题，提高了良品率。韦家亮工作这些年，申请多项国家和国际专利，有 64 项专利授权。亿纬锂能也设计了工人培养和晋升的通道。他们的工人有一级到九级的级别，刚刚进厂是一级，到了九级，待遇相当于副总裁，级别的晋升要通过考试。有一些关键性的岗位，是需要二级以上的工人才能操作的。跟劳动密集型产业提桶来提桶走不一样，这些岗位技术要求高，亿纬锂能的生产负责人告诉我："他们要想办法让工人稳定，流动性大对电池品质会有影响。他们也需要高素质工人，未来可能会努力本科化。来了之后，还要不停地去听课、学习。"高级别的技术工人不但待遇提升，也有机会走上管理岗位，亿纬锂能的工厂越开越多，就是从老工厂抽骨干去管新工厂。

巨额的研发投入也很难成为替代经验积累的捷径，相反，它是经验积累的结果。过去，人们印象里总觉得中国制造业研发投入少、科技含量低。动力电池行业头部企业的研发费用是惊人的天文数字。吴凯在 2023 年世界动力电池大会上说："2022 年，宁德时代拿出了 155 亿元投入到研发，研发队伍超过 16000 人。今年还会有一大批搞材料、大数据、人工智能、智能制造的优秀毕业生加入。有了这些资金和人才保障，宁德时代的专利申请也保证了行业第一的高增速。"比

宁德时代看起来成立得晚，但它脱胎的 ATL 现在依然是消费电子领域锂电池全球排名第一的企业。



（于楚众 摄）

上图：今年3月1日，德国德累斯顿大众透明工厂的员工正在对车辆进行最终检验

下图：今年年中，大众安徽工厂已进入设备调试环节，这是大众集团在华的新一座新能源整车厂

亚迪也是以研发投入高而著称的企业。孙华军说：“从单个企业的角度讲，就是我们一个企业去跟日本、韩国的一个企业比，我们现在的投入，包括专利的产出跟日韩比的话，我觉得我们的投入可能还要更大。”研发投入不是互相比烧钱，孙华军说：“核心是企业对电池认识上越来越深入。刚开始的时候，我们的研发可能是去解决具体问题，后来我们就要去找各种现象背后的本质。我们需要通过大量的基础研究去搞清楚电池各种现象的机理，只有搞清楚这些，才能对电池性能做进一步提升。”

被老师认可

再回头看路风教授被科技部委托写报告的时代，真是感慨万千。他在调研中得知，合资车企的中国工程师发现一个螺帽的设计图有错误，提出修改意见，被外资方拒绝了。即使外资方承认错误，图纸也必须由外国总部修改。我们跟汽车强国有很大的技术落差，曾经想用市场换技术。但是，这种方法能够学习到的东西有限，更多时候，中方只被定位成一个图纸执行者。新能源汽车的发展，让我们缩小了差距。中国这个几十年来的学生，现在成了合作伙伴。

2020年5月29日，国轩高科宣布通过非公开发行股票及协议转让的方式，引入大众作为公司大股东，占股4.41%。到2021年，大众增持到26.47%，成为国轩高科第一大股东。大众承诺在一定期限内，不谋求对公司的实控权。大众集团派人进了国轩高科的董事会，财务总监、品质总监也是大众选的人，但日常的管理，仍然是国轩高科主导。这种股权合作，搁在以前，发生的可能性很小，但如今的汽车界，横向、纵向各种形式的深度捆绑越来越多。在这背后起到推动作用的，是整车厂与锂电厂商的双重焦虑。

徐兴无全程参与了和大众的这次谈判。他记得，最早是从长春那边来了一帮人，说要来参观考察，是他接待的。“聊着聊着就有意思了，大众集团当时内部已经确定了要全面向电动化转型，后来又定下来，自己不做电池。”徐兴无说。大众集团引领国际汽车行业的发展，拥有强大的制造能力。行家不会盲目地冲进来，它一评估，就知道电池的水深水浅。徐兴无说：“他们觉得电池的风险很大。因为它的整个体系完全不一样。燃油车的发动机属于机械，新能源汽车的电池属于化学，这是两码事。机械的东西，你做好就那样，测一下它的厚度，做好了就不会变。但电池不一样，可能你现在车上的电压容量什么都好，但用了一段时间就发现变了，因为它有自放电，又有容量衰减，它里面是个活的东西。而且锂电池还涉及五花八门的化学体系，比如磷酸铁锂、三元锂、固态，还有氢能源，等等。好多东西开始如果搞不清楚，投资又大，失败的风险就很高。”

自己不做，就只能找人合作。大众的人就开始到处考察，CATL去过，比亚迪也去过，但这些已经是头部企业了，体量太大，没办法跟他们形成深度的捆绑，大众找到了国轩高科表达了战略合作的意愿，其实目的就是给他们的电池保供。电池受材料市场的波动影响很大，保供都是虚的，一旦材料价格涨起来，不供货也没办法。国轩高科就建议大众入股。“一开始谈的是参股，给他们11%的比例。谈到最后，我们董事长就说，我们本来也要走国际化的路，这个光靠国轩一己之力是很难的，或者也需要相当长的时间，那不如干脆搭上大众的战车，让他们成为大股东算了。这样一来，大众的占股就提高到了26%，成了第一大股东。”徐兴无回忆道。

这个合作，对国轩高科也有好处。到2020年的时候，国轩高科的发展其实也遇到了困境，因为坚持走磷酸铁锂路线，而不是高补贴的三元路线，市占率出现了下滑，从领头羊的位置掉下来了。背靠大众这棵大树，国轩高科被市场重新寄予了很高的期待。照理来说，国轩高科应该很快就能向大众供货，装机量排名可以迅速提高。但两年过去，这仍未成为现实，于是，质疑声从四面八方涌来。

这也使国轩高科管理层这几年备感压力。“按我们的想法，肯定是恨不得马上把新厂建好，马上就能够哗哗哗地接到订单，但大众他们不是这样做事的，他们需要进行各种验证，不是说因为

大众在电池领域定义了一套标准体系，他们称之为标准电芯（Unifiedcell）。

我是你们的大股东，你们做的电池我就一定要用，他们还是把品质放在第一位的，你做的东西必须达到他们的要求。”徐兴无说。入股以后，大众方面派出了一支庞大的技术研发团队进驻国轩高科，在经开厂驻点，与国轩的研发技术团队进行联合研发。

徐兴无是当时这个联合研发团队的中方负责人，过去几年，他和德国团队已经非常熟悉了，有时候他甚至会开玩笑说：“德国人非常死板，不是说我们喝顿酒，都是一家人嘛，就可以了。他们没有这回事，一是一，二是二，不行就是不行。所以搞得我们也很紧张。”尽管如此，大众集团还是给了国轩高科足够的支持，他们的团队也在尽力帮助国轩高科去达到标准，“如果一次不行，就两次、三次，反复测试，所以，当时工厂里大部分的测试资源都被大众的团队占了。如果你这还做不出来，那真是没办法了。我们也是被逼到了这个份上。”

大众在电池领域定义了一套标准体系，他们称之为标准电芯（Unifiedcell）。根据大众的规划，标准电芯将于2023年开始应用，到2030年，标准电芯将涵盖大众集团旗下80%的车型，而“非标电芯”只占20%。徐兴无介绍说，标准电芯现在采用的是方形设计，有两个尺寸，材料上可以兼容三元锂和磷酸铁锂两种。大众的目标是到2025年在中国具备200个GWh的产能。考虑到他们一年在全球超过1000万辆的销量，如果50%电动化，就是500万辆，而去年全中国新能源汽车销量也就600多万辆。

近两年，国轩高科已经陆续拿到了大众集团国内和海外市场的定点——这就相当于已经被列入了大众供应商的名单。国轩高科的工厂今年正在全力冲刺，试图尽快向大众集团正式供货。对第二梯队的国轩高科来说，这也是在争夺生存空间。

被质疑电动化转型动作迟缓的大众集团，近几年加快了在中国市场的布局。除了在电池领域入股国轩高科，2022年，大众还耗资24亿欧元（约168亿元人民币）投资了地平线，这是大众入华40年来最大的一笔投资。地平线是一家做智能驾驶的独角兽企业，大众集团计划与其成立合资子公司，共同开发汽车智能化技术。

在整车制造方面，大众在原有的合资体系上汽大众和一汽大众之外也在另起炉灶。2020年，通过增资控股，大众把原来的江淮大众变为如今的大众安徽，成为大众在华第一个控股的整车制造项目。2021年4月，大众汽车（安徽）宣布投资超200亿元人民币，在合肥经开区建设“新能源汽车研发和一期制造基地”，预计年产量可达35万辆，同步启动的还有二期研发中心和二期生产基地建设。

6月中旬，我们去参观了这座采用了大众最新技术的新能源整车厂。大众安徽工厂在合肥的南边，离国轩高科经开厂不算太远，占地面积有4万多平方米。厂区的安保十分严密，我们进入的时候，因为公关部门与安保部门沟通不畅，一行人都在门口被拦下，耗了很长时间才得以进入厂区。到了车间，因为没有携带摄影背心，两名保安神情顿时紧张起来，一路跟着我们的摄影师，生怕出现纰漏。

工厂一期工程现在进入了尾声，产线正在进行设备调试，很多工作台都有拿着仪器的技术人员在做测试，旁边还有三三两两的外国工程师。向我们开放的是焊接和涂装等环节，里面已经安装好了各式各样的巨型机械手臂，偶尔有物料从空中轨道降下来，焊接好的部件则直接吊上轨道，进入涂装车间。绝大部分环节都是自动化的。陪同参观的工作人员介绍，目前工厂包括产线已有接近2500人，预计今年底会正式投产。

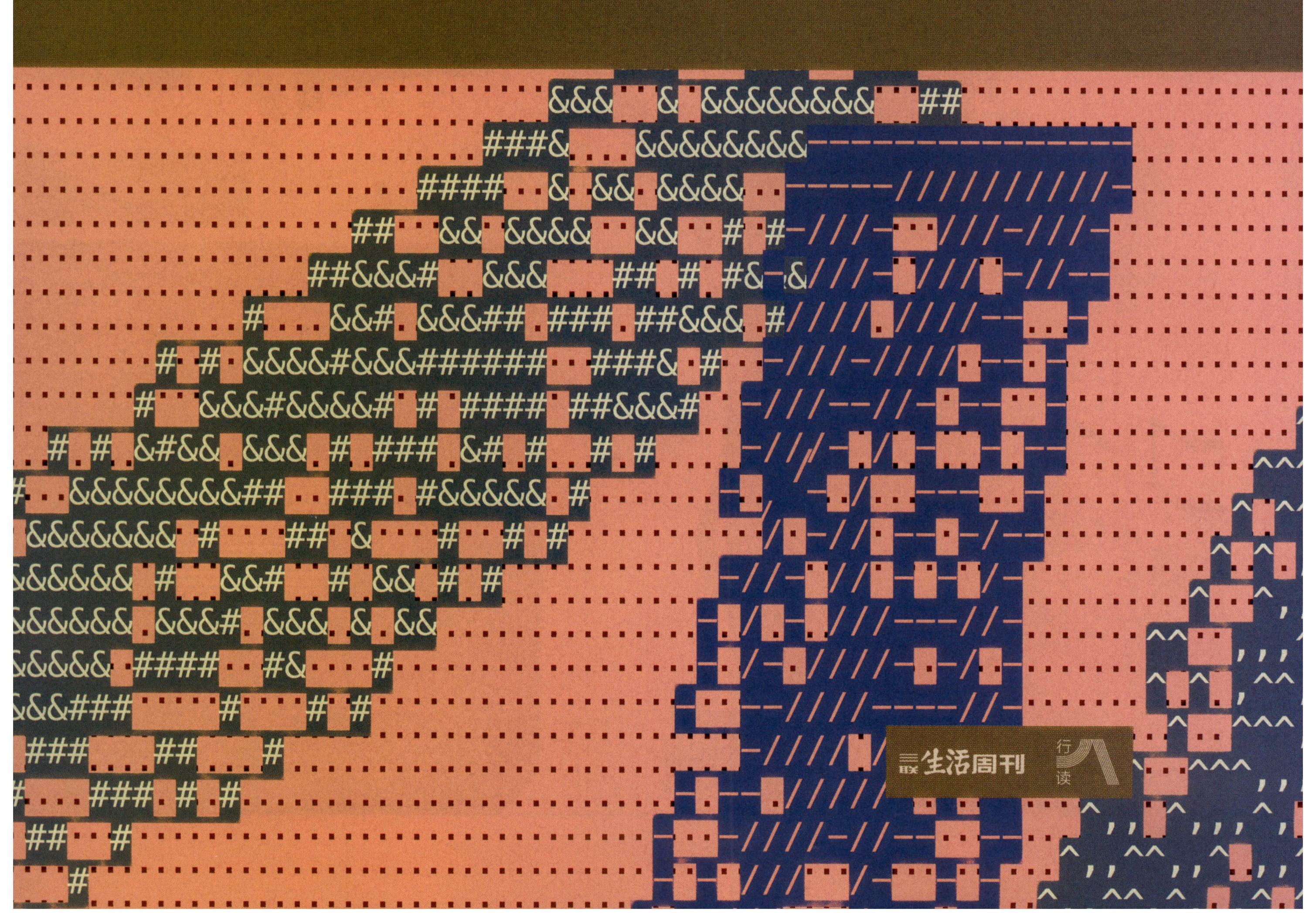
此外，据德国媒体的报道，大众集团旗下的奥迪正计划向中国车企购买电动平台授权，以缩短车型研发时间。就此事，奥迪（中国）方面回应：“众所周知，中国汽车市场正处于有史以来最大的变革时期，奥迪将携手各方共同制定战略方针，共创成功未来。”

（实习记者陈子扬对本文亦有贡献）

第二届行读图书奖 - 思想　TOP10

中文原创图书 01《漫长的余生：一个北魏宫女和她的时代》| 02《翦商：殷周之变与华夏新生》| 03《众神的山川：< 山海经 > 与上古地理、历史及神话的重建》（上下册）| 04《清物十志：文人之物的意义世界》| 05《汉文与东亚世界》

外文翻译图书 01《本雅明传》| 02《历史中的人生：霍布斯鲍姆传》| 03《溪山清远：中国古代早期绘画史 · 先秦至宋》| 04《大教堂时代：艺术与社会 980-1420》| 05《图像：从文艺复兴到社交媒体》



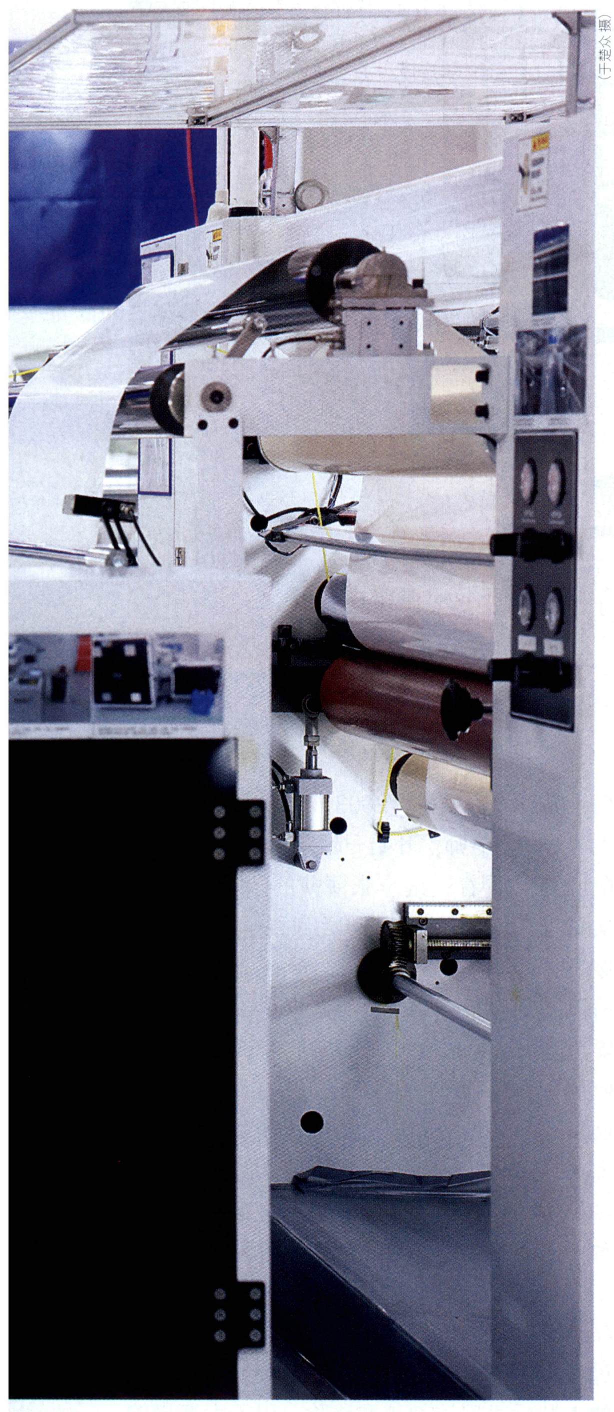
“成本狂魔”是怎样炼成的？

主笔 · 张从志 杨璐



星源材质的隔膜产线，工人全身都穿着防护服





（于楚众 摄）

正负极、隔膜、电解液，是一块锂电池所需的四大主材。十几年前，这些材料基本都靠从日韩进口，但现在，中国企业在这几个领域占据着全球市场七八成以上的份额。这个过程的发生，往往不是靠独门技术，更多仰仗的是供应链企业疯狂“卷”成本的意志和能力。这正是中国锂电产业能够迅速崛起的另一个“秘密”。

隔膜往事

做一块好的锂电池不容易，不仅仅是因为它的生产工艺复杂，同样复杂且重要的还有它所用到各种材料，比如正负极、隔膜和电解液。这些领域，每一个都是技术性专业性很强的行当，又都直接影响电池的品质。中国过去在这些领域的积累基本等于“零”，但十几年过去，从中却诞生出一个个令人瞩目的全球巨头。

就拿隔膜来说吧。这是锂电池中一种很不起眼但至为关键的主材，它是一种用高分子材料做的薄膜，厚度以微米计，比头发丝还细，看着像半透明的。它被放置在正极和负极之间，起到隔绝正负极的作用，在电池充放电的过程中，锂离子在正负极之间来回运动的时候又要不停地穿过隔膜。所以，小小一片隔膜，会对锂电池的安全性、能量密度、充放电、循环寿命等核心性能产生重要影响。

张英强做了十几年隔膜，他毕业于哈尔滨工业大学高分子材料专业，2011年初加入深圳市星源材质科技股份有限公司（以下简称“星源材质”），如今已是这家公司常州生产基地的总经理，管理着两家大型的隔膜工厂。今年6月，我们在工厂里采访了张英强，他看着40多岁，穿白衬衫、深色西裤，个子不高不矮，身材瘦削，讲话语速很快，尤其是涉及技术领域时——这也是很多工厂管理者的共同特征。

在锂电产业链中，隔膜是最晚国产化的主材。如果要讲述中国隔膜行业的历史，星源材质是绕不开的一家公司，正是他们将隔膜产品推向了国产化。很多人不知道，这个团队之前其实是做贸易的。张英强告诉我们，从上世纪90年代开


（于楚众 摄）

星源材质常州生产基地总经理张英强

始，国内做锂电池所需的隔膜几乎全部要从日本进口，而且控制权都在那几家公司（包括日本旭化成、东燃、宇部等）手里，价格也比较贵，要几十块钱一平方米。星源材质的创始人叫陈秀峰，“60后”，上世纪80年代在华中科技大学拿到工学学士学位后，南下深圳闯荡。他做过贸易，在银行干过外汇业务员，还跟人合伙开过餐厅，到2000年前后，他接触到了锂电池。后来在接受媒体采访时，陈秀峰回忆，那时候中国的锂电池产业是从手机开始的，但正负极、隔膜、电解液都依赖进口，因为他比较擅长做贸易，发现了其中的商机，后来就从日本进口隔膜来卖给国内的企业，获取的利润也很可观。

但做了一段时间，理工科出身的陈秀峰觉得这个东西自己做也不是完全不行。最快的办法是直接把隔膜的产线引进国内，他去找日本企业谈过，但人家说不卖技术。2003年，陈秀峰就找到四川大学的一些老师，开始一起自研隔膜。

隔膜虽然看着就跟一张薄薄的塑料布一样，但其实门槛相当高。张英强介绍说，隔膜在锂电池里要发挥两个主要的功能：一是要把正负极隔开，不能让它们碰到一起，否则电池就会发生短路，造成安全隐患；二是要让锂离子能够自由穿过去，所以隔膜上要有很多孔隙，孔径只有二三十个纳米，而且还必须均匀分布，否则锂离子一会儿过去得多，一会儿少，就会影响电池的充放电等性能。在大规模生产中，隔膜的生产工艺分为干法和湿法两种：干法工艺是把一种叫作聚丙烯（PP）的高分子颗粒物高温熔化，然后通过各种复杂的拉伸，变成隔膜；湿法工艺用的原材料是聚乙烯(PE)，生产过程中需要使用石蜡油与PE混合占位造孔，在拉伸工艺后再用溶剂萃取移除。用不太严谨的

话说就是，干法隔膜是用物理的方式拉出来的，湿法隔膜则是化学方法制成。

湿法工艺更复杂，而且成本高，产线的投资大，所以，陈秀峰的团队最终选择了先上干法工艺。到2008年，用了5年时间，他们建成了国内第一条干法隔膜生产线，生产出国内第一卷隔膜。他们的第一批客户包括比亚迪和中航锂电（现在的中创新航）。陈秀峰后来回忆道："我们的产品出来了，只有这两家胆子挺大，敢用。这是个关键材料，用不好电池就短路爆炸。"2010年以后，随着新能源汽车在国内的发展，隔膜的市场也越来越大。

当需求出现，很快就有更多的人涌进来，然后是更激烈的市场竞争。几年后，星源材质在隔膜行业遇到了一个强劲的竞争对手——上海恩捷新材料科技股份有限公司（以下简称"恩捷股份"）。这家公司的创始人是一对亲兄弟，叫李晓明和李晓华，他们都是美国马萨诸塞大学高分子材料专业的毕业生，回国后，一开始是给云南的红塔集团做卷烟包装和烟标，做得也不错。说起来，烟标其实也是一种薄膜类产品，生产技术和隔膜有相通之处，加上这两人又有很强的材料专业背景，所以，2010年，当他们看到卷烟行业的不确定性后，又创办了一家专攻锂电隔膜的新公司。这就是后来的恩捷股份。

此后，恩捷股份和星源材质之间在隔膜领域的竞争，与宁德时代和比亚迪在电池领域的竞争轨迹几乎如出一辙。故事的线索是一致的：干法隔膜厚度更厚，会拉低能量密度，但工艺简单，成本较低，所以更契合磷酸铁锂电池；湿法隔膜可以做得更薄更轻，有助于提高能量密度，缺点是成本高，价格贵，所以三元锂电池采用得更多。握有先发优势的星源材质在干法薄膜上投注了更多资源，这也是市场发展初期大部分薄膜企业的选择，因为当时国内主流的电池技术路线是磷酸铁锂。但恩捷股份押注的是湿法隔膜，且扩张更为大胆，提前布局了大量产能。到2015年之后，中央财政补贴开始向高能量密度的电池技术倾斜，市场马上跟进，三元锂一下就成了主流，差点把磷酸铁锂挤出市场。恩捷股份在2015年成为宁德时代的隔膜供应商，绑上这趟高速列车后，只用了8年时间，不仅把星源材质甩到身后，更是超过日本的旭化成，坐稳了全球"隔膜霸主"的位置。

也正得益于这种竞争，如今，包括恩捷股份和星源材质在内的中国隔膜企业已经占据了全球隔膜市场近八成的份额，松下、LG、三星等日韩企业也都采购了中国隔膜。不过，磷酸铁锂和三元锂之争仍在持续，隔膜行业也仍存变数，没有人敢轻视任何一个对手。这也是锂电产业令我们这样的外行着迷的地方所在：一家企业从零起步，崛起为全球巨头，往往就在短短几年之内，而其衰落，也可能就是一两年的时间。在传统制造业里，这真是难以想象的事情。

把成本干到最低

规模上来后，没人再单押哪条技术路线，像星源材质这样的头部企业都是干法和湿法工艺并举。张英强负责的常州基地是星源材质目前最大的生产基地，一共有两个工厂，总投资40多亿元，年产量有20多亿平方米，其中2019年投产的一厂有8条湿法生产线，二厂有13条干法生产线加一条涂覆产线，产能仍在扩张之中。

今年6月上旬，我们参观了位于常州武进区的一厂。进入车间前，所有人都需要全副武装，穿上防护服、鞋套、帽子，裹得严严实实后，在入口处用力推开一道厚厚的闸门后，我们到了一个密闭的舱室内。随着咔嗒一声，两边的舱门重重关上，从头顶和脚底随即一阵强风吹来。这是进厂前的除尘环节，每个入口都有一个这样的除尘舱，工人们每天交接班都要经过这里。进去后，我们来到了一条宽阔的长廊，脚上的地板十分平滑，踩上去黏黏的，走起路来嘎吱作响。我们只能在长廊里走动，它和生产车间隔着一层厚厚的玻璃，全程走下来有好几百米，墙上到处都贴着禁止拍照的标志，

隔膜的生产场景有点像报纸印刷工厂，长条状的薄膜在不同的机器之间穿梭，工人们则守在旁边的操作屏边。张英强告诉我们，工厂除了平时大的保养，一般连春节期间都是不停的，因为

停下来再开机，就要进行各种测试，起码5～10个小时设备才能慢慢稳定下来，这期间试机的产品就都报废了。毫无疑问，这已经是一个高度自动化的行业。

著名行业研究机构彭博新能源财经（BNEF）2022年发布的锂离子电池价格调查显示，欧洲的电池组价格比中国高出33%，美国则比中国高出24%。2021年，配备国产电池的电动汽车平均售价为26500美元，不到欧洲电动汽车平均售价的三分之二，不到美国电动汽车平均售价的一半。中国制造的锂电池拥有的成本优势，就是供应链的这些企业一起“卷”出来的。

而且，锂电池现在的成本结构非常透明，从矿到碳酸锂，到正负极、隔膜、电解液，再到电芯、整包，以及整车，成本一级一级传导，只要是在这个行业沉淀得稍微久一点，都能把一块电池的成本拆解得很细，所以同行之间也基本不存在什么信息不对称，最后还是得靠实力说话。中科海钠的康利斌是技术出身，但现在跑市场比较多，对市面上的各种锂电池都如数家珍，大到车用电池，小到手机、相机用的电池，一看品牌、产地，他就知道大概的成本是多少。他告诉我们，前段时间，某头部锂电厂商中标了一个5GWh的储能招标项目，报价甚至精确到了小数点后4位，他说车企的成本核算一般是到小数点后三位，而银行的财务核算一般是到小数点后两位——由此可见现在电池成本竞争的激烈程度。

这一点，干了十几年的张英强感受也越来越强烈。用隔膜的厚度来解释变化是最直观的——它越薄，锂离子的通过性越好，而且可以给电池节省更多的空间，从而提高其能量密度，增加汽车的续航能力。所以它不仅涉及电池品质的问题，也关系到成本。过去这些年，随着大量的资金投入，国产隔膜越做越薄。最开始的时候，湿法隔膜的厚度是20微米，后来是16微米、12微米，现在普遍使用的是5～7微米，技术上则已经做到了2微米；干法隔膜最早厚度只能做到60微米，后来也是一路变薄，现在普遍用的是12微米。随之降低的是隔膜的价格，早年依靠国外进口时，隔膜要几十块钱一平方米，现在已经降到了几块钱一平方米，甚至可能会更低。尽管价格越来越便宜，但需求增长了好几个量级，隔膜产业的产值已经接近千亿。

2010年的时候，时任工业和信息化部副部长的苗圩在一个论坛上还表示，搞新能源汽车最大的问题是电池，电池最大的问题是占30%左右成本的隔膜，当时几乎都要依靠进口。但现在，隔膜在电池成本里已经降到了10%以下，基本都是国产。在锂电池的生产成本里，有七八成都是直接材料的成本，占大头的仍然是正极材料，占到总成本40%左右，有时候甚至能占到60%。因为正极材料特殊的地方在于它的上游原料价格波动太大，特别是去年电池级碳酸锂最高的时候达到了近60万元/吨的天价，整个新能源汽车产业都苦不堪言。头部的锂电厂商通常都会自建正极材料工厂，甚至这几年买锂矿当矿主都成为潮流，即使没有，他们也对材料供应商有很强的控制欲。

黎锦辉（化名）所在的公司就是给正极材料厂做智慧工厂的，简单来说就是帮人建工厂的，这是常州土生土长的一家公司，成立于2013年。他告诉我们，他们公司2013年刚切入正极材料行业的时候，看到的工厂和产线都还非常低端，很多环节要靠手工，产线连不起来，物料一会儿搬到这儿，一会儿搬到那儿，生产效率比较低，还有产生杂质和污染的风险。但新能源汽车市场那时也才刚刚起步，锂电厂商对原材料的要求不算太高。黎锦辉介绍，衡量正极材料品质的一个关键指标叫磁性异物含量，最早行业普遍水准是400个PPB，后来降到200、100，现在要求的是7个PPB，甚至更低。在他的印象中，大概是在三星手机爆炸事件发生后，整个锂电池产业对磁性异物的管控要求就上了一个台阶。

这个过程中，工厂最直观的变化就是大型化——正极材料工厂越盖越大，产线自动化程度也越来越高。黎锦辉说，以前工厂单条产线产能大概是1500吨/年，现在一条三元材料的产线起码都是5000吨/年，磷酸铁锂起步就是1万吨/年。产能上去了，所有的设备都要跟着大型化，比如窑炉，最开始是35米到40米高，现在要做到70



全球锂矿资源储量有限，分布不均，已探明的锂矿主要集中在南美、澳大利亚等地

米到80米高，里面控制精度的要求完全不一样，需要很多新的技术来支撑。但好处也是显而易见的：规模上去后，整体的成本大大下降，2017年前后做一条一万吨的三元材料产线，至少需要10亿元，现在能省掉一半，这也是锂电产能在短短几年内能够迅速扩张的重要支撑。据统计，到2022年，中国锂盐占全球出货量的70%，中国的正极材料占全球出货量的70%。

技术是最大的驱动力

隔膜虽然做得越来越薄，但这远远不够。张英强日常要面对的是电池厂提的五花八门的需求，有的是需要更高的破膜温度，有的客户对水分要求特别高。要满足这些需求，他们仍然不敢丝毫放松，要在研发上更加舍得花钱。隔膜的研发耗时挺长，前期的基础研究不算，产品从小试、中试到量产，至少要一两年。张英强告诉我们，他们一条生产线运转一天的成本就是20万元，样品试产一般要好几天，看得见的就是上百万元的成本。去年，常州基地的研发费用就超过1亿元人民币。

“干我们这行，必须靠技术驱动！我跑了90米，别人只跑了70米，第一，我在成本上有优势，客户马上就会做出反应，即使卖同样的价格，我的利润空间也更大；第二，我可以做出别人没有的新产品，在定价权上就更主动。”张英强说，这一行就是大家这样“跑”出来的，而跟不上队的，这些年倒下来的企业也比比皆是。

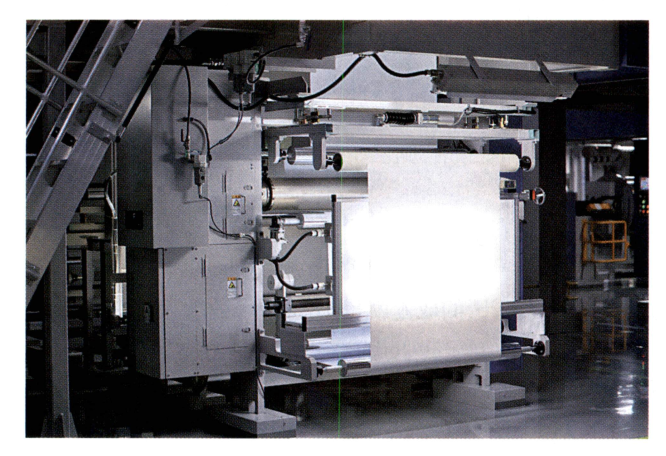
这种压力和焦虑，在产业链上同样极具传导效应。很多时候，上游的供应商也是在被下游的电池厂推着走。比如对一家正极材料厂来说，要



（上、下图：于楚众 摄）

上图：隔膜生产车间一般也不允许外人进入，来访者参观只能隔着厚厚的玻璃

下图：干法隔膜的生产过程。上下图均为星源材质



赢得更多生存空间，最好的方法是尽可能挤进头部品牌的供应链。“但如果你要想进入一个高端品牌，你的产品品质就必须高，必然就对你产线的要求也高，否则各个生产批次的稳定性就很难保证。”黎锦辉说，所以，现在各家工厂都在追求智慧化，要把整个生产过程连续起来，设备实现互通，终极目标是打造所谓的“黑灯工厂”，实现对生产流程的全控制，这样产生杂质和异物的风险就会大大降低，电池的品质和稳定性才有保障。

在四川宜宾，我们实地参观了一家新建的正极材料工厂，整个生产车间走下来，我们只看到 3 个工人。这 3 个人的任务是一旦产线出问题，他们能够及时去查看和解决。真正的“大脑”则是在车间外面的中央控制室，那里的人比车间里更多，一共有 9 个，他们随时盯着电脑显示器和大屏幕上的监控，他们才是生产过程的操作者。也就是说，从原材料倒进机器，一直到生产结束，整个过程基本不需要人工介入。

这家公司的名字叫宜宾锂宝新材料有限公司（以下简称“锂宝”），在正极行业属于新手，2017 年在四川宜宾创立，当地的一家大型化工集团天原集团是锂宝的主要股东公司。锂宝已经打进了最头部的锂电企业供应链，引起了业内的注意。锂宝的母公司是天原集团。张彬是这家公司的副总经理，负责研发，他的团队里七成以上都是硕博士生。张彬是作为技术专家被从外面请进来的。那几年，正是新能源赛道创业的高潮，新的正极

材料公司也在不断成立。张彬之所以选择加入锂宝，原因之一，是他觉得锂宝做事是下了决心的。

“当时这个行业建厂房，一个是速度化，一个是体量化，就是说要尽快把厂房和产线搭起来，给投资者看，引来热钱。它们建的是钢架厂房，两三个月就能把工厂盖起来，设备就可以进场了，投资很低，只有2000万元左右。但锂宝建的是钢筋混凝土厂房，建设周期长，成本也更高，一栋厂房要6000万元左右。”张彬回忆说，当时他看了厂房，又跟天原集团的人见了一面，觉得他们是真心想转型，团队也不是大家想的那样很安逸，工作节奏跟一线城市都差不多。他就觉得，这里可以干一番事业。

跟锂宝同期建设的，张彬所知道的就有不下10家正极材料厂，但现在活下来的寥寥无几。可见，正极材料的生产门槛是很高的，不是谁最便宜就最好。张彬说：“我们的生产流程很长，有接近10个工序，这其中设备的波动、操作人员的波动、物料的波动，都可能会产生不良品。磁性异物，是我们的天敌。”锂宝现在的良品率据说是在98%，他解释说，这相当于每道工序必须达到几乎100%合格率。“我们现在只在投料和出料时能看到材料，其他全部都在封闭的系统里走。正极材料是一种粉体材料，不像零部件一样，做坏的可以用眼睛看得到。所以这个过程就要依靠强大的制造能力和迅速检测的能力。”而天原集团是做化工的，他们非常懂得生产环节的配合联通的重要性，所以锂宝建厂的时候，就是朝着无人工厂的目标建设，上的就是自动化产线和配套的智能化系统。

虽然现在头部的电池企业都有极其庞大的研发部门和天文数字的经费，正极材料也是他们的研究重点。张彬说：“电池企业内部对材料的研发，主要是配合其他材料做系统化的整合、优化，锂宝专做材料的研发。无论从材料体系的改变，完善优化还是工艺的匹配，都比电池企业的研发部更专业。”中国正极材料排名前几位的企业大多是在上世纪90年代末到21世纪初成立的，经过了整个新能源汽车行业的波动，有很深的技术积累。锂宝这样的新入行者，正在奋起直追。

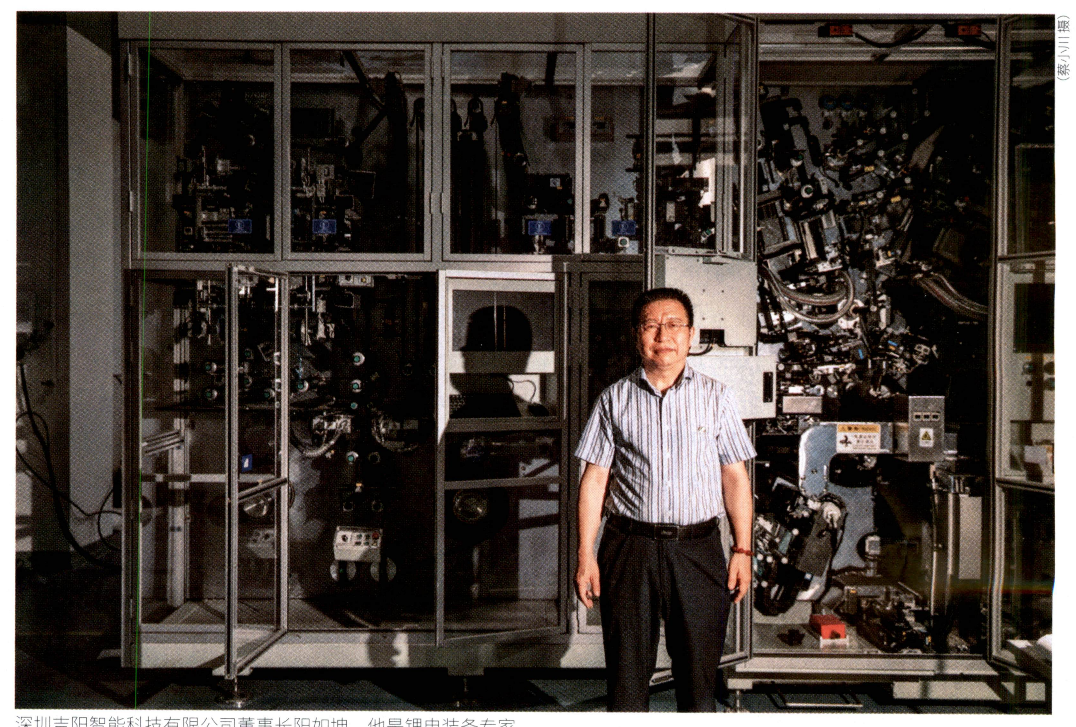
统一标准何以难？

新能源汽车前10年因为有中央和地方政府的各种补贴及优惠政策托举，从而迎来市场爆发，但从2023年开始，财政补贴全部退场，新能源汽车和燃油车的正面交锋也刚刚到来。和我们这两年从网络上获得的观感不同，专业人士们深知，新能源车真正取代燃油车的临界点还没到来，其关键还是在于成本。在今年宜宾的世界动力电池大会上，苗圩就说：“100美元/kWh的动力电池成本，是电动汽车与燃油车成本角力的临界点。只有在无政府补贴的情况下，动力电池成本降到100美元/kWh，电动汽车才能真正实现与燃油车的竞争。”他为中国动力电池下一步工作提出来的建议，第一条就是中国头部动力电池企业通过规模经济效益实现降本增效，进一步增加中国企业的国际竞争力。

深圳吉阳智能科技有限公司董事长阳如坤是有名的锂电制造专家，他经常参与工业和信息化部组织的研讨会或者论坛，怎么发挥规模经济优势、降低锂电成本是他们关注的核心议题。他给我们的估计是，锂电池的生产成本保守估计还能下降三分之一。

但在“卷”成本的过程中，有一只大家都提到的拦路虎，就是标准不统一的问题。“铅酸电池有标委会（标准委员会），一次性电池，就是家里遥控器的电池有自己的标委会，就锂电池没有标委会。”阳如坤说，2018年，苗圩到他们公司考察的时候，他提了一个建议。“动力电池公司的产品尺寸太多了，一家公司就有很多种，公司与公司之间也都不一样，这就没办法大规模生产，推高了成本。比如说，一家公司那么多电池规格，产线设备都要交货了，但我还不知道即将要生产的电池的规格，就没办法交付。我很痛苦，电池公司负责生产的人也很痛苦。苗部长是搞工业出身的，他一听就懂。”

2018年，国家有关部门也出台了一个关于动力电池规格尺寸的国标，但这次尝试并不成功。徐兴无了解这背后的经过，他说道：“工信部之前也想做成一套标准，比如圆柱、软包、方形，都


（蔡小川 摄）

深圳吉阳智能科技有限公司董事长阳如坤，他是锂电装备专家

限制为几种或者不超过 10 种，定一个统一的标准，大家都往这边靠。但征求意见的时候，大家吵成了一锅粥。‘我投资几个亿做了一个电池，结果你说这个不符合标准，你又没有补贴就判我的死刑，人家也不敢用了，那怎么行？’然后大家就通过各种关系、各种门路，最后都上了，几乎没有一个落下的。做减法变成了做加法，工信部也很恼火，标准所的人本来不肯签字，最后这套标准也还是发了，但就等于是流产了。”

标准太多太杂，就等于没标准，这让上游的供应链企业也很难受。比如隔膜，张英强在接受我们采访时，一上来就给它定了个性，这是一个完全非标的产品，“没有国家标准，没有行业标准，没有地方标准。基本都是客户端指定，他说要啥样的，我们就给他们做什么样的”。锂宝副总经理张彬是搞正极材料的，他说得更直接，中国的动力电池某种程度上可以被看作“定制产品”。

既然大家都苦标准问题久矣，为什么不联起手来解决它？这个话题要深究起来就有意思了。惠州新能先锋检测科技有限公司是一家做检测服务的公司，他们要协助很多电池企业做研发。公司的总经理付盛荣告诉我们：“早期的新能源汽车有一些是油改电，油车的底盘空出来多少空间，电池就要做成什么样子，所以形状就不一样。现在虽然一开始设计的就是新能源汽车，底盘比较规整，但出于产品差异化和溢价的考虑，整车厂也没动力把电池标准化。”付盛荣补充说，动力电池和整车的底盘是要相互配合的，比如特斯拉最新推出的车身电池一体化技术，电池包成为车身的一部分并且承受一定的载荷。“车厂肯定想我自己的车我想怎么设计就怎么设计，动力电池公司在产业链上再有话语权，也很难干涉它的客户。”

广汽埃安是广汽集团旗下独立运作的新能源车企，其电池研发总监王清泉的看法和付盛荣差不多。“电池厂会想尽办法做标准，搞通用性设计，但车厂其实不希望这样，他们追求的是个性化和产品差异性。”王清泉说。这其实是个博弈的过程，产业链在纵向和横向上都在尽可能争夺话语权，背后实际上也是利益之争。“假如我作为主机厂，

用的量比较大，我就有话语权，我用的尺寸就是标准，别人就要来向我靠拢。”

而且，动力电池在整车成本里占比实在太重了，电池实际上就是整车最大的卖点之一，所以车厂也会在电池上强调自己的差异性。“比如你买个手机，不会在意电池，因为电池占手机成本没那么高，大家用的也差不多。如果30万的车和15万的车用的是一样的电池，那30万的车定价的道理在哪里呢？”付盛荣告诉我们，他们在给电池做检测的时候就发现，越高端的车型模拟极端环境的测试就越多。“极端环境都是小概率事件，高端车型强调对消费者负责，它就要求做一些项目。比如针刺试验，虽然不是在国家标准里，但我知道的两款20万到30万以上的车，动力电池都是做针刺试验的。”

另一方面，一部分动力电池企业尤其是头部企业，推标准化的动力也比较弱。阳如坤对此解释说：“中国很多产品都是学习发达国家，它们传到中国的时候就有标准。但动力电池产业实际上是我们自己做起来的。这是一个很新的行业，每一家的技术都相对保密，不希望被别人模仿。”阳如坤曾经和一家头部电池公司的创始人谈过标准化的问题，对方说：“阳总，我为什么能成功？我就是搞定制化成功的。做消费电池的时候，我就给客户做定制化。跟车企合作做动力电池之后，我还是搞定制化。”但从长远来看，搞标准化还是大势所趋。“电池厂的规格不一样就会造成，去年整车厂跟A厂下了大订单，今年他想换电池了，那么A厂为整车厂定制化服务的投入就打水漂了。我们可以有方形、刀片、圆柱这些形态，但是每一种能不能少一些规格。”阳如坤说，他刚出道的时候，燃油车的发动机要2万块钱，现在最好的发动机也只要几千块钱——这就是工业标准化带来的价值。“比如现在如果有60个规格的电池，你改成5个规格，单品电池的量增加12倍，成本就能降好多。”

从消费者的角度来讲，动力电池如果能够实现标准化倒是件好事，不仅仅是购车的成本会降低，用车的便捷性也会提升。张彬说：“现在行业里在发展快充技术，实际上快充并不是电动汽车的最佳选择，换电才是。油车加油还得加一两分钟，换电可能也就花一分钟。最好是所有车的电池都能互换。但现在不能达到，不同车企的电池设计都不一样，甚至是同一家车企不同车型的设计都不一样。”



常州与宜宾："电池之都"双城记

主笔・张从志 杨璐

常州和宜宾相距 1000 多公里，一个在长江头，一个在长江尾，因为锂电池，这两座性格截然不同的城市现在经常被放到一起来比较——这本身也是锂电池行业有趣的地方。它某种程度上可以挣脱地域的限制束缚，在一些资源禀赋差异很大的地方形成同样强大的产业集群。地方政府在招商引资时看到了这点，因而更加渴望这个新的产业。常州属于先拿到入场券的幸运儿，宜宾则是举全市之力的挑战者，这些产业集群之间的竞争，激烈程度并不输给企业。



（左、右图：蔡小川 摄）

左图：宁德时代在宜宾的工厂已经规划到第十期

右图：宁德时代宜宾工厂被评为灯塔工厂

常州的“出圈之路”

常州的公路网很密，四通八达，各区之间距离都在一两个小时车程以内，我们采访出行一般是叫网约车。来的大部分都是国产品牌的新能源汽车。坐得多了，就发现开车的司机有些共同的特征：他们通常都是中青年男性，老家在外地，车是近几年才买的，价格在10万元上下，因为知道新能源车保值性差，他们一般都会选择所谓的“丐版”配置——这样就可以在最快的时间里回本——这一档的纯电车充满电能开300公里左右，只要没有长途订单，在市内开一天足够用了，偶尔有跨区的单子，他们也不会太慌，常州市的充电桩分布很广，在电量耗尽之前，他们总能找到充电的地方。

今年五六月份，我们两次前往常州，试图寻找这座苏南城市在发展锂电产业方面的诀窍。这里最多的时候（2020年和2021年）占据着全国动力电池出货量的两三成，而且连年增长，风头甚至都盖过了深圳、宁德这样的老牌电池产地。近几年，这里吸引着很多抱着和我们相同目的的来访者。我们首先去市政府拜访了主管产业的常



（视觉中国 供图）

今年 6 月 21 日，世界新能源博览会在江苏常州举办，参展的新能源企业将近 200 家

州市工信局，见到了产业政策处的处长孙志宏和综合规划处处长周忆峥，他们二人是全市跟新能源企业打交道最多的人之一。他们说，今年各地来调研考察的人特别多，基本上每个礼拜他们都要接待几拨，从年初到现在都没断过。

在市政府大院里，我们看到楼下停的也大都是新能源汽车。周忆峥告诉我们，市里这几年在加速推动公共领域的电动化，比如公交、出租、环卫以及公务车辆，都在向电动汽车过渡。“市领导的要求是，到哪儿都能感受到新能源的要素。路上开的很多是新能源汽车，在哪儿都能找到充电桩，建筑屋顶铺的很多都是光伏板。”这个不是光说说，还有明确目标，他们称之为“三率”：即新能源汽车见车率、充电桩见桩率、光伏电池板见板率。据官方统计，今年 1 ～ 5 月，常州全市新增上牌新能源汽车 19699 辆，渗透率达 32%；新增公共和专用充电场站 95 座、充电设施 1400 个、充电功率 3.7 万千瓦，新增换电站 2 座、电池存储量 1400kWh；全市光伏发电新增装机容量 21.65 万千瓦，累计装机容量 185.13 万千瓦，年度光伏发电量累计 4.93 亿 kWh。

接受我们采访时，孙志宏和周忆峥正忙着筹备今年 6 月中旬就要开幕的“世界新能源博览会”，这是第一届，它的前身是已经办了 4 年的世界工业与能源互联网博览会。打造“新能源之都”，是常州这几年提出的一个口号，市里的很多工作都围绕它展开。常州希望借助博览会这个平台，展示常州在新能源产业上的优势。这让负责筹办会议的工信部门压力不小。毕竟现在各地跟新能源有关的论坛、会议不少，都在比谁能邀请到最牛的大咖、最顶尖的企业，要吸引更多目光，是得下一番功夫。

从常州市区出发，上高架后，往西是一条快速路，半个小时左右可以直达金坛区的工业园区。金坛原本是一个县级市，2015 年撤市设区，人口有 50 多万。到了这里，我们就发现，和我们之前的想象不同，常州的新能源产业集群不是扎堆在一起，而是分片的，每一片都自成体系。在主城区一片，武进区有今年大热的理想汽车常州工厂，新北区则落地了比亚迪的整车制造厂。作为另一个重镇，金坛区的锂电企业赫赫有名。2015 年，中创新航（前身即中航锂电）把总部从洛阳迁到这里。

2018年，从长城汽车孵化出的蜂巢能源在金坛区注册成立。这两家目前都是国内排行前十的锂电厂商。此外，由韩国SK集团、北京电子控股有限责任公司、北京汽车集团有限公司投资100亿元建立的北电爱思特（江苏）科技有限公司也在金坛。

从金坛区向南，走高速公路，掠过浩渺的长荡湖，驱车四五十分钟就能到溧阳市。溧阳是常州代管的一个县级市，位于常州西南，是从太湖平原向丘陵带过渡的地方，过去是个产业洼地。但这几年，这里引进的锂电企业包括，宁德时代旗下的江苏时代和时代上汽，卫蓝新能源、中科海钠等新型电池创业公司，还有璞泰来、科达利、天赐材料等众多头部供应链企业。常州市区、金坛和溧阳，这三个区域各自发展，在太湖的西北岸形成了一个锂电三角。和当地活跃的锂电产业从业者一样，我们采访时走的路线也是经常穿梭在这三点之间，而且似乎总是在赶路。和今年人们对宏观环境的体感截然不同，这里的企业一个比一个忙碌，园区里工地热火朝天，新的工厂正在拔地而起。受访对象们通常是挤出时间才能来见我们，有时我们还没走，门外一拨一拨的客人就等着了。

“常州之前的工业实力也比较雄厚，但产品很多不直接跟消费者发生联系，比如轨道交通、工程机械、农机类的，大家就感受不到常州制造的存在。不像格力、美的这种，老百姓都知道。但是新能源现在确实让常州开始出圈了。老百姓买车，比如比亚迪、理想，他可能就发现是在常州造的，还有车里的电池，很多也来自常州。”周忆峥告诉我们，一方面他们很自豪，另一方面也感到了压力，“我们现在把‘新能源之都’的口号都喊出来了，就要让这些企业的根再扎深一些，不要过几年被人家抢走了或者被人家超过去了。”

“笨鸟先飞”：决心与运气

作为一个苏南城市，常州隔壁有老是压它一头的苏州和无锡，但这两年在新能源产业的带动下经济增速竟然实现反超。在孙志宏看来，常州的经验就是“笨鸟先飞”。比如理想汽车的引进，他们当时心里也没底，只是觉得必须要行动，不然可能就没机会了。“相当于押注，只不过最终我们赌赢了。”孙志宏说。这里面当然就有运气的成分。2016年，理想常州工厂刚投产的时候其实是想做低速电动汽车。“他们当时觉得低速电动车不要牌照，不要保险，不要驾照，短途行驶很方便，市场广阔。但做了没多久，国家开始整治低速电动车，这条路就走不通了，后来选择了转向增程路线。”2019年11月30日，理想one从常州工厂正式下线的时候，看好的人也不多，那时候大家普遍觉得增程是落后技术，只能作为过渡，但理想却一路走到底，没想到现在反而是很多走纯电路线的车企也开始推出增程车型。

今年开年后，理想汽车的销量一路攀升，成为造车“新势力”中的佼佼者。作为行业主管部门，孙志宏时刻紧盯趋势。“他们哪几款卖得怎么样、每个月销量怎么样、后面有什么布局，这本账我们要经常算。因为你得评估现在怎么样、历史怎么样、未来怎么样。”

其实，常州行动起来的时候，各地对新能源项目的竞争已经比较激烈了。“我们好多项目，抢的城市都不止一两个，有个电池制造项目，当时最多有9个城市在抢，甚至有的城市认为自己是板上钉钉，就差签协议了，但我们的招商团队花了各种心思去沟通，最终还是花落常州。”孙志宏说，那时候市里的领导经常带着人飞到北京、上海等地，见缝插针去谈，有时候人家企业高管在开会，他们就在会场外等着人。

常州在发展汽车产业上是有优势的。新中国成立以后，常州就有零部件生产的基础，后来又生产商用车，加上地处长三角，承接了一些汽车产业链的转移项目，底子是不薄的。除了这些，还有一条也很重要，就是地方主政者的产业嗅觉。在一个本来就以政策驱动为导向的行业，强调这一点并不过分。蜂巢能源执行副总裁兼董秘王志坤告诉我们，他们的团队成立之初，就确定了往南方走的思路，在全国选了很多地方，一个个打分，最后在2018年落户常州金坛。“我们当时一是看中常州有很好的产业基础，各方面配套很完善，另一个是地方政府对发展新能源汽车和锂电行业的决心非常大，而且他们的人懂这个东西，这样

大家才能谈到一起，有限的政策资源才能落到关键的点上。”常州大学中吴智库副主任、教授、博士生导师彭伟也记得，更早的时候，金坛、溧阳等地为了发展锂电产业就经常从外面去请专家教授过来，给参与招商的人做培训，讲锂电产业是怎么回事。金坛和溧阳能把锂电产业做起来，这些懂行的官员的确发挥了作用，甚至也有人下海经商，自己去了企业。

彭伟说，长三角地区的地方政府还有个特点，就是市里和区里都有一个实力很强的产业投资集团，他们可以直接给重点项目提供资金支持。这样做存在风险，但政府看得准，也愿意去承担一定的风险。比如常州引进的第一家动力电池企业中航锂电（即现在的中创新航），他们是在河南洛阳起家的，但在那边遇到了困境，2015 年，金坛区把他们请过来，给他们注资，最后才起死回生。“这一方面需要财政能力的支撑，但更重要的是，你得能看到这个企业的价值，你得重视科技产业，懂他的技术，还要经常跟踪这个行业，知道它的未来在哪里。”

但常州也不是完全没有摔过跟头。2013 年，溧阳市引进美国波士顿电池公司，当时这个项目被寄予了很高的期待。波士顿电池是世界范围内较早的三元锂离子电池企业，在三元材料方面很领先，也是当时溧阳最早引进的大型锂电项目。但后来因种种原因，加上时机不成熟，公司未能壮大起来。那几年，各地在新能源领域烂尾的、一地鸡毛的项目也很多，搞得很多地方政府最后选择敬而远之，但溧阳没有，这次尝试反而为他们以后积累了经验。在彭伟看来，常州的锂电产业是靠政府和市场共同推动的，不是光靠政府大笔一挥，也不是全市一盘棋，而是各个区发挥自己的独立性和能动性，抓住市场机遇，慢慢培育出了产业优势。

如今，孙志宏介绍道，他们把动力电池产业链拆解为 32 个环节，常州聚集了 31 个，唯一缺的是做隔膜的原材料——因为它属于化工行业，在常州不太适合。从正负极、隔膜、电解液到电芯，全国乃至全球细分领域的龙头企业，常州有 30 多家，产业规模超过 1700 亿元，去年的增幅是 140.8%，连续三年实现倍增，去年动力电池产量达到 108Gwh，装机量 2021 年是全国的三成。而去年市场发展太快，各地新增的产能太多，连统计都变得困难。

宜宾：来自长江上游的挑战者

与常州相隔 1000 多公里的长江上游，四川宜宾，一座因白酒而闻名的城市，正在成为另一座冉冉升起的“电池之都”。在今年 6 月上旬召开的 2023 世界动力电池大会上，中国轻工业联合会授予宜宾“中国动力电池之都”的称号。大会召开前夕，我们飞抵五粮液机场，一出来，空气中就能闻到一股浓郁的发酵味道。四川盆地多雾天，在宜宾城外的三江新区，一座座银白色的动力电池工厂在水汽缭绕中绵延不止，望不到边。2019 年底，宁德时代在这里投建的电池工厂正式开工，如今已经签约到第 10 期，规划总产能超过 300 个 GWh，使这里成为目前全球最大的动力电池单体产业基地项目——属于这座新晋“电池之都”的地标，也是中国锂电产业狂飙突进的一个缩影。

与常州不同，宜宾切入锂电产业时，市场轮廓已经分明，行业座席基本排定，所有人都处于等待起飞的前夜。宜宾，就像站在橱窗外的小孩，看着一套名为“动力电池之都”的乐高积木，只需要一块一块地把它们拼起来。

最重要的一块肯定是宁德时代。2019 年 9 月，宁德时代与宜宾市政府签署项目投资协议，成立了全资子公司——四川时代新能源科技有限公司（以下简称“四川时代”），计划投资 100 亿元在宜宾建设动力电池生产基地，同时签署了 15GWh 的第一期项目落地协议。和当年的常州相比，此时的宜宾面临的竞争更加激烈。宜宾市经济合作和新兴产业局动力电池一科科长周强说：“当时跟我们竞争的城市，光四川省内就有三四个，都不说全国的，甚至连北京都想招。有一次，我们去一线城市出差，遇到那边的同志，他对我们羡慕得不得了，说‘我们都没招来宁德时代，但是你们搞定了’。”

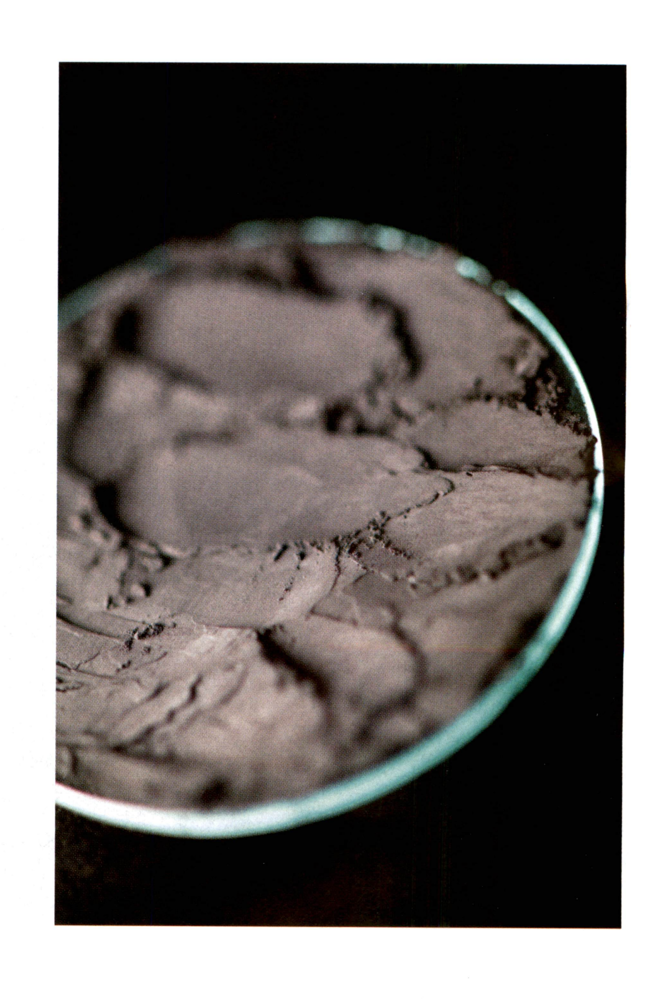
（上、下图：蔡小川 摄）



上图：宜宾有港口，进口矿石通过水运，比陆运成本低

下图：宜宾的动力电池产业园对入驻企业实行“妈妈式服务”

签约的时候，据说宜宾市政府立了军令状，承诺3个月时间内至少提供500亩平整好的土地。当时，那片土地上一眼望去，沟壑纵横，有些地块还有村民居住。周强说："签约之后，我们马上回来安排工作。当时这里叫临港经开区，所有街道办、居委会的干部全都派下乡，包村包户做工作。这500亩地上还有60座祖坟，迁祖坟是个非常难的事情，但我们用了一个星期把祖坟迁走了。我们真的是发动了所有能发动的力量去做工作，村民们也有高尚的情操，他们知道这个产业发展起来，对宜宾的意义重大。最后光宁德时代一家就招了一万多工人，当地村民都不够它用的。"第一期工程让宁德时代很满意，随后几年，它在宜宾加大投资，陆续签了第2到第10期的协议。



2022年，四川时代实现产值560亿元，占宜宾三江新区规模以上工业产值总比重41%。产值背后是税收，但站在政府角度，还有更多无形的社会收益。周强告诉我们："四川时代现在自己有一万五六千名员工，跟它配套的整个产业在全市就业人口超过3万人。我研究过宜宾规模以上工业就业和城市人口的比例是1 ∶ 10。宜宾的动力电池产业现在有100多个项目陆续开工，如果全部建成可以创造8万以上的就业岗位，到时候匹配的城市人口就达几十万。"宜宾的常住人口过去几年已经增加了二三十万人，这种现象在人口净流出的整个西部地区都很少见。

宁德时代选中宜宾，当然不是做公益扶贫。在这里开厂，最直接的好处就是省钱。先不说地价和各种优惠政策，只看电价一项，就能给他们省下一大笔钱。电池厂是用电大户，我们在常州采访的时候，孙志宏就给我们算过一笔账，如果一个电池厂一年用5亿度电，像西南一些地方，他们的水电价格比我们一度电能便宜两三毛，对企业来说，一个工厂就能省出上亿元的利润。而在80%的电力都是水电的四川，这方面的优势更明显。比如江苏某市工业用电一度电要6毛8，四川时代所在的宜宾临港经开区享受国家"水电消纳示范区"的政策，一度电只要3毛5。"四川时代在宜宾每年要用几十亿度电，我们就拿20亿度电来算，每度电便宜3毛多，加起来就便宜了六七个亿，相当于利润多了六七亿元。"周强说。

锂电池在生产过程中，对环境控制的要求极严，要保证整个车间恒温恒湿，需要消耗很多能源，这也是锂电产业经常遭受指摘的一个地方。作为一种新能源产业，同时又是能耗大户，加上中国的电力又以煤电为主，这个矛盾不仅在道德层面困扰着锂电行业，它也是个现实的发展问题。周强向我们解释说："国内的锂电池产品要出口欧美发达国家，他们有一个非关税壁垒，也就是绿色壁垒，就是要追踪你的碳足迹，看你达不达标。你说你是绿色产品，如果是用火电生产的，就不是绿色的，而水电属于绿电。"曾毓群今年在宜宾的世界动力电池大会上也反复讲，宁德时代要在2025年实现核心运营碳中和，2035年实现价值链



（左、右图：蔡小川 摄）

左图：锂离子电池正极材料

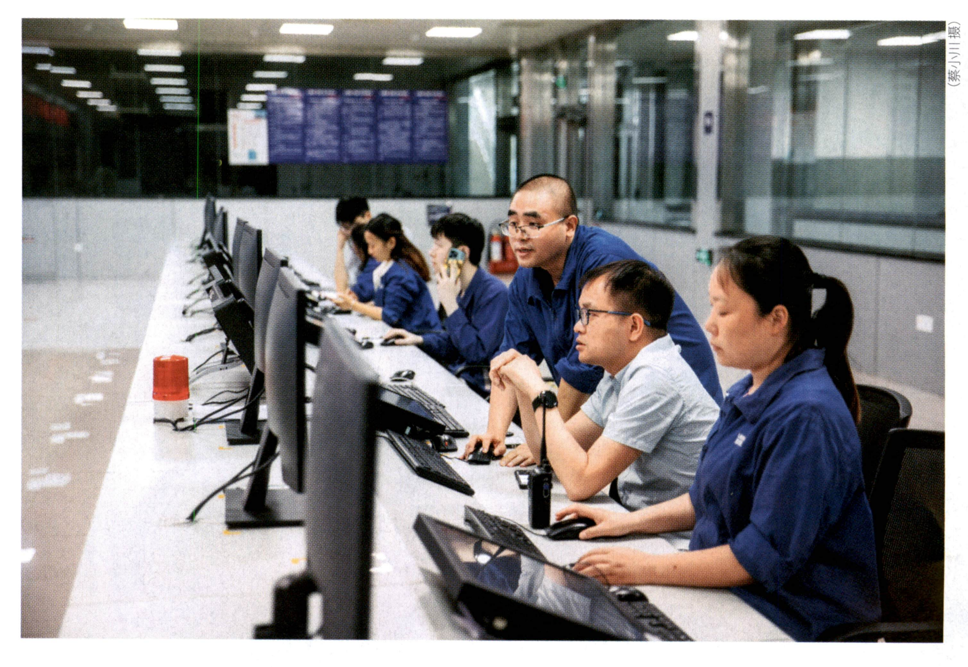
右图：锂宝新材料很受创投界关注，它是宜宾本地孵化的动力电池供应链企业

碳中和。这意味着到 2025 年，宁德时代的电池工厂将全部成为零碳工厂，到 2035 年，宁德时代生产的电池将全部为零碳电池，从矿产资源到电池实现全产业链碳中和。如果要达到这个目标，无论是宁德时代自有的工厂还是它的供应商，都不得不考虑到绿电的吸引力。

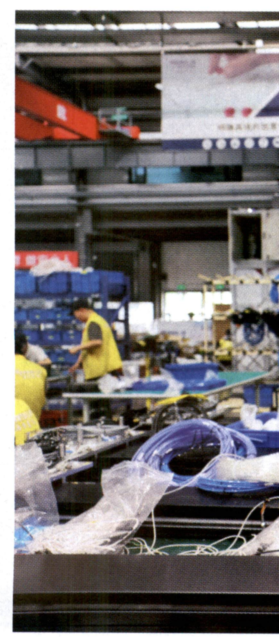
此外，看似偏居西南的宜宾在交通方面并不算落后，跟西南其他城市相比，还有优势。打开地图一看，宜宾正好处于成都、重庆、昆明和贵阳这西南 4 个城市 X 形高铁网的交叉点上，两个小时可以到达其中任何一座城市。宜宾还是长江从源头开始数的第一座大城市，又被称作“万里长江第一城”，它的城区就建在金沙江、岷江和长江三江交汇处，水系十分发达。周强说：“我们下辖的江安县有一家电池供应链企业，它从海外采购的矿石可以直接卸在宜宾的港口，再通过公路转运进厂。陆运的价格一般是水运的五六倍，但宜宾港到它的厂区只有几十公里，它就只有这段路需要走陆运，如果在其他地方，运输成本就贵了。我们现在考虑帮他们把这笔钱也省下来，在江安再开一个码头，这样铁矿石就可以直接运进他们的工厂了。”

何以聚集？

作为“链主”的宁德时代一旦进来，整个乐高积木拼起来就容易了。锂电产业环节多，供应链长，为了提高效率，天然就有聚集的倾向。无论是在东部的常州还是西部的宜宾，产业一旦落地，就会很快形成集群，工厂一家挨着一家建起，业内把这种现象叫“隔墙工厂”。“宁德时代规模大，有吸引力和议价权，换句话，供应链企业要



(蔡小川 摄)



左图：正极材料生产几乎不涉及手工环节，技术人员在中央控制室操作

右图：一家激光智能装备的生产车间，随着锂电产能的扩张，生产需求也开始爆发

追着它跑。”曾在宜宾新兴产业投资集团（简称“宜宾新产投”）负责投资的隆兴银告诉我们，锂电产业对很多地方都是一个全新的产业，宁德时代去一个地方建新的工厂，当地往往完全没有或者很少有企业能直接给它配套。“所以，宁德时代与晨道基金保持了长期生态合作关系，晨道基金主要投它的供应链企业。他们和宜宾签约后，我们宜宾新产投跟晨道基金合作，也成立了一个专门投宁德时代供应链企业的基金。这个基金投得很快，第一期 30 亿元，两年不到就投完了，为宜宾引进了几十家供应链上的企业。”

产业集群是一个生态系统，链主企业可以就近获得上游的原材料、零部件，降本成本，也可以跟配套企业在研发和制造方面进行更加密切的沟通，互相激发，从而进一步创新、迭代。

2017 年创立的正极材料企业锂宝公司是宜宾第一家和锂电产业有关的企业，原本独木难支，但产业集群形成后，他们也迅速崛起。现在，从锂宝的工厂出发，半个小时车程的范围之内，可以找到很多的电池厂。“电池厂的优势在于，它面对的是全国的很多正极材料公司，见的世面比我们要广，掌握的信息也更多一些。”锂宝的副总经理张彬说，“这个行业里是一群聪明人在做，你总会想到别人想不到的。我们现在有几款新型材料，已经送往客户那里测试，同时，我们还在跟其他客户接触。不同的动力电池公司有不同的技术路线，我们需要去研发对方可能感兴趣的正极材料和能够引领市场导向的材料。”

跟宁德时代一起进来的还有做锂材料的天宜锂业。天宜锂业从事的是电池级氢氧化锂生产及销售，它的董事长裴振华是宁德时代的股东，双方又一起成立了天宜锂业。对天宜锂业来讲，宁德时代既是它的股东也是它的客户。深圳市科达利实业股份有限公司（简称“科达利”）是一家做锂电池精密结构件和汽车结构件的公司，其锂电池结构件占全球市场份额的 31%，他们也在宜宾开了分厂，并且成了宁德时代在当地最大的结构件供应厂。像这样的供应链企业，在宜宾落地的有几十家。

在科达利的隔壁有一家叫亮雅新材料的公司，他们创立于 2019 年，刚刚进入宁德时代的供应链。我们到公司的时候，老板罗炜正要拿着手里的样品去出差，一块看起来像薄海绵，另一块看起来像胶带。罗炜给我们演示了一下，他拿出打火机在胶带上烧，胶带不但没被点燃，连烟熏火燎的痕迹都没



（于楚众 摄）

有。罗炜介绍说："我们主要做绝缘、隔热、导电、导热等功能性材料。比如现在新闻报道里会有电池着火以后，出现车门、车窗打不开的情况。这是因为现在的车没有机械锁，全是电子锁，电池燃烧瞬间产生的高温把线路破坏了。我们做的材料是用在电池包里的，它在1000摄氏度到1400摄氏度的高温里最低也能坚持5分钟，不会把线路烧掉。"

罗炜做这个行业20年了，最早是跟台湾人做，10年前在东莞创办了自己的公司，见证了手机从功能机、半智能机到智能机的发展过程。他的客户里有苹果、OPPO、VIVO等大厂，但东莞这几年已经"卷"得不行，客户就催着他去东南亚开厂，还有条路是跟着手机厂往西南转移。罗炜是四川人，川渝地区跟他同类的企业不多，于是他就跑到宜宾来开了分厂，没想到还有了意外的收获。他公司附近很多都是动力电池供应链的企业，信息在邻居之间流通。罗炜发现，做电池的工厂也需要隔热、阻燃、绝缘等功能性材料，"电池包上下都是需要用阻燃材料包起来的，连水冷板的螺丝、螺丝帽都是被封起来的"。但这些材料，以前大多靠进口，成本高，比如一种叫硅泡棉的材料一平方米就要300到400块钱。

罗炜发现了商机。他觉得这些材料不难做，他有长期合作的科研机构，经过两年的研发，就做出了功能一样的硅泡棉材料，价格只要100多块钱一平方米。还有他手里拿的那条火烧不穿的胶带，"别人的工艺很复杂，需要五道工序。我们研究了一种工艺，只需要两道工序。从前采购价是65元/平方米，现在我只卖35元。"能做到这么便宜，背后是有在3C行业"卷"了20年的市场经验。罗炜说："国外企业跟中国企业的定价策略不一样。比如说日本和韩国，他们研发出来一种材料，可能一个月做10万平方米，然后卖100块钱保护利润。他们对市场的估计偏保守，采用饥饿营销的办法。中国因为市场大，是追量的，通过规模化降低成本，我卖60块钱也能赚钱。"

样品做了出来，罗炜觉得自己是个小角色，对接不上宁德时代的采购经理。宜宾市政府提出为园区入驻企业做"妈妈式服务"，企业的门口就贴着对接的工作人员的名字。罗炜找到负责他们园区的投资促进处处长官敏，领导亲自上门牵线搭桥，搞定了这个大客户。跨进这个新的产业后，罗炜每天也在更新认知。"苹果供应链里有很多小供应商，但宁德时代的供应链里基本没有。从前我的理解很肤浅，觉得功能都是一样的，但跟宁德时代接触之后才发现，苹果供应链虽然要求也很高，但它不太涉及安全性。手机可以说黑屏、信号不好，但汽车上安全性永远是第一位的。我们开发一个功能，在3C领域测试一个礼拜就可以了，现在有时要测几个月的时间。"罗炜现在已经在考虑把公司总部从东莞迁到宜宾，他觉得这里的机会很多。他来宜宾的几天时间里，跟隔壁的科达利也聊了，发现他们也需要这种功能性材料。现在，他已经开始打样，期待着谈成这笔价值几千万元的生意。

在常州，我们采访了一家叫海目星的公司，他们是做激光模切设备的，用于极片的切割、清洗等。这家公司2008年成立，之前一直聚焦3C行业，打入了苹果的供应链，但这几年业务重心转到了锂电产业。李瑞是海目星常州工厂的工作人员，湖北随州人，30多岁，2014年进入海目星，2020年，他从总部深圳被外派到常州。他带

我们参观了常州工厂的产线。海目星是2015年开始研发锂电激光装备的，两年后就开始批量生产，这个过程，他们之前积累的很多技术和经验可以直接平移过来。2017年，海目星在金坛区建厂，2019年投产，此后进入了很多头部厂商的供应链。

我们梳理了一遍这次所采访的供应链企业，发现很多都是这样跨界而来：有做贸易出身的，也有的原来是挖矿的，或者大型化工集团，还有不少是原来果链上的企业。尽管有些企业以前的主业不是电池相关的，但刨下去，又多少能跟锂电沾上点边。就像当年日本索尼公司借助了相机胶卷产业的基础，中国锂电产业的快速发展，也是整个制造业能力的体现。这些企业在锂电行业找到了新的转型路径，而它们的“跨界”，又为锂电池制造水平的提升带来了帮助。

寻找新的增长曲线

从地方政府的角度来看，锂电池这种爱扎堆的产业，肯定是他们最喜欢的招商对象。尤其在中国经济进入新常态后，产业转型已经成为所有地方共同面临的第一命题。转型的成败，不只是影响几个官员的升迁，也决定着一个地方及其居民的命运变迁。比如我们在常州打交道的那些网约车司机，其中不少都是外地人，他们可能以前在工厂里打工，有了一定的积攒后，想换个活法，就买了车来跑网约车。还有人原来是在当地做小生意，遇到疫情，生意黄了，转行做司机来谋生计，也是等待机会。因为锂电池而在常州来来往往的人们，包括我们，成为他们的顾客，给他们提供了收入。产业发展，永远是给人创造生活机会的，无论他们处于高位还是低位。

常州有悠久的制造业传统，每个历史时期，总能找到足以支撑本地发展的支柱性产业。周忆峥给我们捋了一遍这段历史：建国之后，虽然没有捞到太多的大型国家项目，但从上世纪七八十年代开始，常州靠乡镇企业和小工厂的模式，一点点积攒下基础。到90年代，纺织工业成为常州经济的明星，最高时占到了40%以上的比重。此后，装备制造和机械工业开始领跑，一度贡献了57%的份额，尤其是输变电装备很发达，拥有了“世界变压器之都”的称号。2008年后，各地都提倡发展新兴产业，常州的太阳能光伏产业得以壮大，巅峰期，常州占到了全球光伏板出货量的18%，但这个行业周期性强，受政策波动大。常州需要一条新的增长曲线。然后，他们等来了新能源汽车的崛起。

随着锂电产能的扩张，常州现在面临的新问题是环境容量的限制。“我们现在的资源越来越稀缺，只能有选择性地引进项目。有时候企业要求过多的土地或者过好的位置，我们也不一定能够满足，有时候只能忍痛割爱。”孙志宏说，近两年有好几家企业想来常州建厂，还有一些在常州土生土长的企业希望扩大产能，但没办法，批不下来。

在发展新产业的动力上，深居内陆的宜宾更强。宜宾一直以来的产业支柱是五粮液和煤，收入虽然稳定，但也存在危机。周强曾经在市财政局工作过，他说：“传统产业都是成熟产业，发展速度会下降。我们要保持高速增长，必须开拓新的空间。”宜宾的GDP长期稳定在四川省第四位。到了2016年，后面的南充已经追得很近了。隆兴银说：“领导层面就觉得一定要想办法，怎么都要上一个台阶。第五次党代会就确定依托传统优势产业，从无到有发展新兴产业的战略。我们那个时候对于新兴产业到底是什么情况还比较朦胧，所以，一共定了八个方向，有轨道交通、智能终端、新材料、新能源汽车、医疗器械等。这其中能跑出来四五个就非常不错了。”

中国发展到今天这个阶段，想进入新兴产业的俱乐部是需要门票的。我们很好奇，为什么几家企业的负责人不约而同提到，宜宾的招商团队说话算话。周强对此解释道：“我们最大的优势是有底气。宜宾上世纪90年代的发展战略是抓大放小，重点培育了几家国企，五粮液集团是其中之一。所以我们的国有资本很强大，宜宾发展集团是几乎所有本地国企的母公司，全国信用等级是AAA级，是很高的。我们承诺的支持政策有资本兑现，所以能做到说话算数。”

为了把这件事做好，宜宾也仿佛变成了一家风投公司，从顶层设计上就开始改革，突破原有的机构格局，成立了若干个“专班”，每个专班负

责自己的行业领域，分头推动，互不干涉。周强2017年被抽调到新能源汽车专班，后来又进入更加垂直的动力电池行业。“传统体制里，所有工业都归经信局管，它的精力是有限的。我们要发展多个新兴产业，就要成立专班。”这些专班现在被固定下来，比如周强就被划进了一个叫经济合作和新兴产业局的新机构里。周强所在的动力电池一科负责企业服务，办公室隔壁的动力电池二科负责招商项目。周强说：“如果按照传统的体制，招商归招商局管，签约之后归经信局管，这就容易存在部门之间的脱节。现在一个产业从项目招引、建设、企业培育到产业运营，我们一个局负责到底。”

周强讲话很快，像要把内容一股脑倒给你听，水都顾不上喝一口，但又条理分明，对宜宾的优势和这个庞大计划的来龙去脉，全能干净利落地把重点讲清楚。招商工作其实是一座城市的销售，要在一个很短的时间里把自己的优势和诚意讲清楚，看得出来周强已经讲过许多遍。



（蔡小川 摄）

智锂物联是欧阳明高院士工作站在宜宾落地的企业

但只靠讲肯定是不行的。周强告诉我们，2017年初，市里组建了一个新兴产业集团，这是一个由财政注资、与社会资本结合的平台，目前有24支产业基金，囊括了动力电池产业、汽车产业、光伏产业等，规模共计317亿元。“可能跟大城市相比，317亿不算多，但在宜宾这样体量的城市，它的规模已经很大了。”隆兴银所在的宜宾新产投要做的事情就是给周强他们看中的企业提供落地支撑，通俗来说，就是做投资。隆兴银本来是自动化专业出身，接到这个任务时对金融一窍不通。他每天早上6点起床，学习基金从业、证券从业、公司法、保险法、国有资本运作的相关知识，还通过了基金从业资格考试。他说，去成都考试的时候，同考场的大部分都是在校大学生，只有他，已经40多岁了。

人才，是终极要素

锂电产业是个技术密集型的行业，对技术和创新人才的需求旺盛。这正是宜宾这种西部城市最大的短板。周强说：“我们这种四线城市引进人才是比较难的。本地人到大城市读书，要下很大的决心才会回来。外地的学生在大城市读完书，来宜宾工作的概率更小。”所以，宜宾一边盖工厂，另一边抓紧在建学校。市里一次性划出36平方公里建大学城和科创城，吸引了10所大学来设立分校，我们走在园区里，一抬头就能看到排列得整整齐齐的路牌，上面全是校名。这些分校都是近三年之内建成入驻的。“我们把这叫‘交钥匙工程’，教学楼、宿舍、实验室，甚至桌椅板凳、空调，我们都配置好了。读大学的地方都是人的第二故乡。我们这里现在也有了产业，在这里读书的学生留下来的概率就大。”周强说道。

宜宾当然也不会满足于只做个生产基地，这些年，他们在高端科研人才的引进方面也下了力气。最具标志性的就是请来了中国科学院院士、清华大学教授欧阳明高，2020年，他把唯一的院士工作站设在了宜宾。欧阳明高从2007年开始连续三个五年计划担任国家新能源汽车重点科技专项的首席专家，他培养的几十名博士生如今活跃在新能源汽车产业链的各个环节上。我们去院士工作站采访的当天，正赶上重卡换电项目智锂物联工厂建成投产。重卡在交通领域的碳排放占比很高，如果能够新能源化，对减碳作用很大。智



（蔡小川 摄）

智锂物联创始人李立国，他毕业于清华大学，是欧阳明高的学生

锂物联的创始人李立国就是欧阳明高的学生，也是中国电动重卡换电产业促进联盟秘书长。

宜宾请到欧阳明高，花了很多心思。欧阳明高只有一个院士工作站，落地在哪里要深思熟虑。“宜宾的领导可能每年都来拜访，讲宜宾转型的决心和先天条件。在这个过程中，我们也慢慢看到了合作的契机。”李立国说，“当时我们在清华大学的动力电池安全实验室设备已经摆得密密麻麻。电池试验是有一定危险性的，北京的环境也会限制我们一些实验的开展。另外，我们现在开始做一些电池机理方面的前沿研究，设备可能一台就要上千万或者几千万。如果我们通过申请项目的办法去解决研究经费，也可以，但时间成本很高。宜宾不仅给我们提供了非常好的办公和研发空间，同时还出资去购买我们想要的设备。”

宜宾入行较晚，但高规格的世界动力电池大会已经在宜宾举办了两年。这背后离不开圈子里的人脉支持。就连李立国的重卡换电项目揭牌仪式，来的也都是行业里很重要的专家和企业家。之前也有东部沿海的城市邀请过李立国，允诺给800万的补贴，但他最后还是来了宜宾。“欧阳院士跟宜宾合作之后，我们好几个人都来了，在这里勤勤恳恳招团队。我们组的实验室建成之后，组里的博士生就在这里做科研，慢慢了解这个城市，今年有三四个博士后可能会留在这里工作了。宜宾通过市场化吸引来的清华校友不多，但院士工作站就来了十几个校友。”李立国说，他们团队也在推动科研成果落地到宜宾，有的是孵化创业企业，有的是跟本地企业合作。“我们组有一个博士在宜宾做负极材料研究，我们觉得他的项目有产业价值，就跟他商量可不可以创业，落地后，这个博士就成了公司创始人。”

其实宜宾这个人才引进的模式和当年常州的思路差不多。郑允杰是天目湖先进储能技术研究院（简称天目湖研究院）的副院长，他的另一个身份是中国科学院物理所的工程师，他的博士生导师是李泓，李泓的导师则是国内第一个做锂电池的院士陈立泉。

天目湖研究院是2017年由溧阳高新区与中国科学院物理研究所联合创建的，地址离江苏时代和时代上汽不远，陈立泉院士出任名誉院长，李泓为创始人。郑允杰介绍，天目湖研究院目前有300多人，硕博士占比40%以上，他们除了做基础研究，也对外承接技术研发、检测服务等业务。他们物理所与溧阳结缘，是在2016年8月，陈立泉院士第一次来溧阳出席江苏时代的奠基典礼，其间和当地政府有了接触。溧阳想建一个研究院，而物理所当时的一些技术也已经走到了要产业化的节点上，在寸土寸金的北京，场地、人员和设备都受到限制，他们需要向外走。于是，天目湖研究院就落地到了溧阳，同一年成立的，还有中国科学院物理所长三角研究中心。后来，从物理所的团队里，相继孵化出做固态电池的卫蓝新能源、做钠离子电池的中科海钠，以及做硅负极的天目先导，这几家公司如今都是业内的明星创业公司。

行业有个共识，锂电产业未来几年的竞争只会更加激烈，这种竞争，最后都归结于人才要素的竞争。这正是彭伟替常州担心的问题，“常州没有很好的大学，科研院所也不多。你看中科院在地方建了很多分院，苏州有纳米所，宁波有材料所，行政级别都是正厅级，常州虽然也建了一个长三角研究中心，但不是分院，吸引力相对有限”。他认为，常州这几年虽然吃到了产业红利，但未来能不能继续保持还不好说。其实不仅是企业缺人才，政府也缺。常州十多年前就搞过一个计划，到全世界最优秀的学校去招揽理工科的博士，过来直接做副处级干部，最后还真从牛津、剑桥、东京大学等名校招进了10个这样的博士，进了发改委、科技局等部门，这些人又年轻又懂技术，后来很多都成了政府部门里的中坚力量。

除了科技人才，周忆峥也关注技术工人短缺的问题。这一点有时容易被忽略，因为很多企业对外展示都强调的是工厂的自动化、智能化，宣传的是无人工厂、“熄灯车间”等概念。一线的工人似乎不重要了。但老跟企业打交道的周忆峥知道，现实情况恰恰相反。就比如我们之前讲过的隔膜产业，星源材质常州基地的负责人张英强就十分强调产线工人的重要性。星源材质常州工厂现在有1500人左右，其中产线工人占一半，以职业类院校毕业生为主。张英强说，正因为隔膜生产高度自动化，产线工人有时候误操作一下，就会造成很大的损失，所以，工人队伍的稳定性和经验积累很重要，出了问题，他们必须知道如何去处置。为了留人，他们给工人提供的宿舍都是带空调的四人间，食堂一个月只要象征性地交100元就能免费吃，此外还有各种内部培训和晋升的机会。带我们参观的工作人员说，车间里干了一两年的熟练工人，扣掉五险一金后，一个月到手有六七千元。

张英强说，这些年有不少行外人看中隔膜行业的利润率比较高，想进来分一杯羹，但最后大都以失败告终。“这个行业不是你买几台设备、建个工厂就能做起来的，背后持续的研发投入，还有人才队伍的积累都很重要。”他告诉我们，即使到现在，中国任何一所院校都没有开设专门的隔膜专业，现在活跃在隔膜领域的人才都是现有的几家龙头企业里培养出去的。

周忆峥总结说，常州现在面临的局面是科技人才和技术工人双重短缺，市里这几年也在想各种办法。比如针对高端人才的引进，常州制定了一个政策，只要企业引进年薪30万元以上的人才，政府就给补贴一部分薪酬。每年，市领导也会带队去各地的高校，跟高校院所谈合作，建院士、博士工作站，有些特别顶尖的人才可能没办法常驻到常州，他们就搞所谓的柔性引进。前两年，常州还提出了一个目标，要在三年内配套建设10万套人才公寓，符合条件的蓝领工人可以免房租入住，硕士、博士生过来直接发放购房补贴，少的五万十万，多的能有20多万。有些从北上广深的总部派驻过来的员工，原本只是想过渡一下，但待了几年后，还真有拖家带口过来定居的。

终章：谁是下一代电池？

主笔 · 张从志 杨璐



2023 年 7 月，在美国华盛顿特区举行的电气化博览会上，一个女孩在现场操控体验特斯拉电动汽车



坐稳全球第一的位置后，中国锂电产业已经进入下半场，一方面要守住领先优势，一方面要开拓新的市场。锂电企业这几年纷纷忙着“走出去”，在海外投资建厂，接下来与日韩电池巨头的竞争势必更加激烈。下半场另一个焦点则在电池技术身上。半固态、全固态、钠离子电池，在业内的讨论度都很高，但到底哪一种会成为下一代电池，从而颠覆整个行业？它会给普通人的生活带来什么变化？

出海

锂电产业的格局现在是“一超多强”。宁德时代一家独大，行业前5名占据了80%以上的市场份额，前10名占据了95%的市场份额，也就是说，排在前10名之后的企业生存机会将很有限。为了更好地活下来，锂电企业们都想挤进这份榜单并尽可能提高自己的排名。在产能加速扩张的背景下，往外走，已是大势所趋。

首先是产品出口。新能源汽车和锂电池近两年是整个外贸出口中增速最快的门类，和光伏板一起被称为“新三样”。2022年，中国新能源汽车出口量攀升至67.9万辆，同比增长1.2倍。2023年上半年，这个数字是超过80万辆，同比增长105%。照此趋势，今年全年，中国的汽车出口量有望超400万辆，届时将取代日本成为全球最大的汽车出口国。锂电池出口方面，据中国海关总署统计，2022年中国锂离子蓄电池出口金额3426亿元，相较于2021年的1835亿元增长86.7%，创历史新高，全年累计出口量68.1GWh。今年上半年，锂电池累计出口额已经超过319亿美元，折合人民币超过2286亿元。

“按照预测，今年中国新能源汽车销量有可能达到850万辆。如果真能达到，新能源汽车在国内市场的渗透率将超过40%。考虑到目前国内的经济环境，后面几年新能源汽车的年复合增长率可能会有所放缓，业绩预计在20%～30%的水平。而欧美、东南亚等市场新能源汽车的渗透率现在还很低，特别是欧美市场，政府又在大力刺激，给了很多补贴。


（于楚众 摄）

左图：国轩高科副总裁兼董秘潘旺

右图：今年1月26日，德国图林根州州长波多·拉梅洛（前排右二）走进宁德时代位于埃尔福特·克罗伊茨工业区的生产大楼

加上新能源汽车在中国已经被验证是可以市场化的一个产品，老百姓会买单，所以海外市场没理由起不来。”做这番分析的是国轩高科副总裁兼董秘潘旺，“80后”，搞财务出身。近几年，国轩高科是“出海”比较积极的锂电企业之一。特别是大众入股后，他们把国际化当作了另一个增长引擎，在新规划的产能里，将会有三分之一是在海外。目前，国轩高科在美国、泰国、越南、印尼等地都有生产项目落地。据潘旺介绍，国轩高科去年海外收入约30亿元人民币，今年预测至少“翻一番”。

包括宁德时代、比亚迪在内的锂电企业，还有供应链上的龙头企业，也纷纷加快了在海外投资建厂的步伐。这背后有开拓市场的考虑，也有复杂的政治因素。特别是欧美国家，看到了新能源汽车产业的前景后，近些年都在竭力推动锂电池供应链的本地化。他们不希望受制于人。欧盟的目标是2025年前后实现电池制造自给自足。2023年6月，欧盟还颁布了《新电池法》，对在欧洲销售的电池产品提出了更加严格的环境和审查要求。所以近两年，在德国、波兰、匈牙利等地，中国锂电企业的身影日益频繁，很多新工厂都在建设当中或者即将投产。在美国，2022年拜登政府出台的《通胀削减法案》影响尤其大，其中关于锂电池的条款，是通过抵税和补贴的方式，要求电动汽车和储能行业摆脱对中国供应链的依赖。这些政策增加了中资企业“出海”的不确定性，一些项目甚至因此停摆。此外，工会罢工、文化差异、资金成本、工人经验等方面的问题也是这些“走出去”的企业不得不面对的。相比松下、LG、三星等国际化经验丰富的日韩巨头，中资企业仍然有很长的路要走。



徐兴无过去十几年算是完整地见证了国内锂电产业从无到有的崛起。他说："以前我们战斗力弱，在日韩企业面前是个小娃娃，但各种政策给我们争取了时间。现在我们已经长成了一个壮汉，谁也不怕了，所以，下半场的竞争一定会很有意思，也很关键。"他认为，全球锂电产业的竞争格局未来一段时间是中日韩三分天下，在包括三元锂、磷酸铁锂等主要技术领域，三国之间的水平差距不大，中国在产业规模及产业链的完整性上有明显的优势，但在工程化能力方面，中国企业还是存在短板的。

"要看工程化能力。"徐兴无说。一个最直接的办法就是把不同的电池拿来拆解，用微分尺去量正极片或者负极片，看它的尺寸、厚度变化。"你横着量竖着量，日本的电池可能差1微米，韩国的可能是差2微米，中国的是3到4微米。这个东西你不服不行。技术、理论可能你都懂，但就是做不到。"徐兴无回忆说，早年他曾负责引进过一条圆柱电池生产线，进口了全套的韩国设备，做了一段时间，他们提出来下一步要把设备国产化，就去找了一些做设备的企业，让他们研究。"他们弄了半天，说这东西看起来很简单，但我们一时半会儿还做不到。为什么？里面有一些关键的东西，比如耐磨材料，它的精度、硬度，我们国家做不出来。这不完全是锂电产业所能决定的。"国内企业这些年一直在努力追赶，差距缩小了很多，但还需要继续努力。

"电池制造的最高目标是什么？就是要把故障率降低到PPB，即十亿分之一的水平。这样，你装上车就可以说不会出事儿，别说什么燃烧、爆炸了，像电压低、绝缘故障、漏液的问题也基本可以杜绝。也只有这样，消费者买车才放心。"徐兴无说。



固态电池要来了吗?

今年7月，日本丰田公司公布了一个重磅消息，宣称其固态电池技术已经取得突破性进展，能够将电池的重量、体积和成本减半，最早将于2027年量产装车。技术专家还说，搭载这种固态电池的纯电动车，充电不到10分钟即可行驶约1200公里，续航距离延长至现有车型的2.4倍。这一消息在国内新能源汽车行业引起很大震动，有人认为这不过是丰田公司在业绩不振的背景下放出的一个“烟幕弹”，毕竟丰田的固态电池装车时间表此前已经“跳票”过好几次。但也有人担心，丰田如果真的突破了固态电池技术，会极大地威胁到中国锂电产业的霸主地位，也会对中国新能源汽车产业造成巨大影响。

什么是固态电池？通俗来说，它是一种使用固体电极和固体电解质的电池，而我们现在常说的锂电池一般指的是液态锂电池，使用的是液态电解质——这也是两种电池之间最大的区别。在实验室里，固态电池很早就被提出了，上世纪七八十年代，全世界很多科学家研究过这项技术。1976年到1992年这段时间，陈立泉在中国科学院物理研究所研究的一个方向就是全固态金属锂电池，而且也做出了一款电芯样品，还让收音机响了起来，但当时的产品还很简陋，没法产业化。锂电池之父、诺奖获得者古迪纳夫曾一度认为固态电池很难做出来。“因为固态电池的正极是固态、负极是固态，中间的电解质也是固态，固态和固态接触，中间怎么都会有缝隙或者孔洞，充放电的过程中就不可能很好地接触，电池的内阻就会很大，那你怎么充放

电？”陈立泉解释说。这就是后来几十年一直困扰着固态电池的固 - 固接触难题。

1992 年，陈立泉去日本东京工业大学做了一年的客座教授，他当时带了一个日本学生和一个中国研究生一起研究钛酸锂镧——这也是固态电池的一种电解质材料。前一年，索尼公司刚刚发明了日后大名鼎鼎的“18650”圆柱电池，使其成为全球第一款商用锂电池，开启了锂电池产业化之路。在日本期间，陈立泉去参观了索尼公司的锂电池生产车间，看到了他们当时已经高度自动化的生产技术。1993 年，访日归来后，陈立泉就转变了自己的思路，开始做起了液态锂电池——毕竟在当时看来，固态电池的前景太渺茫了。

陈立泉和他的团队，后来为液态锂电池产业的发展培养了大量人才，但他其实并没有完全放下固态电池这条路。2013 年，陈立泉在宁波的一场报告会上，又一次公开提出中国应该发展固态电池。“那时候我就说，我们光是产量做到世界第一还不够，你技术没有很特别的地方，要一直保持领先优势就很难。固态电池当时国际上还没有大量发展，如果我们率先做出来了，他们就赶不上了。”后来很多场合里，陈立泉都要讲到固态电池的重要性，希望引起行业的重视。但当时的中国锂电企业还处在追赶日韩的阶段，忙着做三元锂和磷酸铁锂，关注焦点并不在固态电池上。

直到近几年，液态锂电池技术在提升能量密度和安全性等方面遇到了较多的挑战，研究下一代电池技术才能得到越来越多企业的重视。理论上，因为可以使用更高电压的正极，以及含锂负极，固态电池有望超越现有的磷酸铁锂和三元锂电池的能量密度，安全性能也更突出。“其实好理解。液态电池容易着火，所以大家就在想，有没有可能用全固态电池来解决现在液态锂电池的安全性问题。这个思路是比较直接的，虽然并不简单。”陈立泉的学生、中科院物理所研究员李泓说。

其实是从 2001 年开始，李泓的团队在开发电解液的过程中，就发现有些电解液可以从液态转变成固态，学术上把这种现象叫作“相转变电解液”。2011 年后，他们开始重点关注这个方向。2013 年，相关的研究项目正式启动。两年后，他们申请到第一个原位固态化专利，就是把电解质从液态转变成固态，比一上来直接就用无机固态电解质要容易一些，他们后来就把这种电池称为半固态电池或者混合固液电池。

什么是原位固态化？陈立泉进一步解释说，就是正负极都不动，把电解质换成固态，再想办法在固态电解质与正负极之间放一点特殊的电解液进去，这种电解液稍微加温或者用紫外光一照就可以凝固。这样的话，固 - 固接触界面的问题就可以解决了。李泓说得更加形象，“相当于我弄一块双面胶，贴在正负极身上，这样无论你怎么膨胀、收缩，我都贴在那里，掉不了，锂离子的通路都不会断掉。但这个‘双面胶’怎么做，就涉及很多科学和工程上的问题。”

2016 年 8 月，陈立泉、李泓和俞会根联合创

左图：按照预测，中国 2023 年将取代日本成为全球第一大汽车出口国，其中起到决定作用的正是这两年势头正猛的新能源汽车

右图：陈立泉院士在中科院物理所研究的一个方向就是全固态电池


（黄宇 摄）

办了北京卫蓝新能源科技有限公司（以下简称“卫蓝新能源”），专门从事固态锂电池的开发。担任公司董事长的俞会根是李泓在兰州大学化学系的同学，中科院物理所研究生导师、教授级高工。卫蓝新能源成立后，吸引了很多机构投资，目前的估值已经超过百亿。除了卫蓝新能源，传统的锂电企业，比如宁德时代、比亚迪等这几年也都在固态电池相关技术的研发上投注了很多资源，也推出了一些产品，比如宁德时代的凝聚态电池，本质上也是一种原位固态电池，与全固态电池有一定的区别。

对于日本公司在全固态电池方面的进展，李泓也一直在关注。他告诉我们，日本其实从上世纪90年代末期就开始研究全固态电池技术，他们走的主要是硫化物电解质路线。“为什么大家对他们的技术感兴趣？因为硫化物在固体中的离子电导率是最高的，而且它没有氧化物那么硬，放在电芯里边，在特别大的压力下，可以让固 - 固接触好。但它的问题在于，你得一直压着不松。”李泓告诉我们，硫化物全固态电池目前能看到的所有测试结果，都是在外界施加一个非常大的压力的前提下测出来的，这个压力一松，就不行了。“从实用的角度来说，手机是绝不可能一直压着的，动力电池虽然在电芯外面有模组，但也不可能提供像压机一样的压力。储能也是一样。所以，无外压之下的硫化物全固态电池，现在这个阶段还是没办法很好地解决接触界面的问题。”

硫化物技术还有个问题就是原料太贵了。“硫化物电解质现在号称是1亿元 / 吨，将来准备降到500万元 / 吨。但现在锂电池正极材料才30万元 / 吨，500万元 / 吨的材料谁用得起？”而且，如果电池挤压碰撞，硫化物遇到空气中的水汽，还会产生硫化氢，这是一种有毒气体，虽然不是燃烧爆炸，但也会产生安全性问题。“所以整个电池包要设计得非常结实，扛得住针刺，扛得住碰撞挤压，这也是一个技术难题。”不过，综合来看，李泓觉得硫化物的技术路线还是有很大潜力，值得做下去。

李泓他们的原位固态化走的是另一条路径，但已经非常接近产业化。今年6月30日，卫蓝新能源做的半固态电池已经正式交付给蔚来汽车，后续将会装到蔚来的多个车型上。李泓承认，目前半固态电池成本还比较高，但他相信规模化生产以后肯定能降下来。

“按我们的理解，现在是固态电池的1.0版本，随着技术条件的成熟，我们可能会走到2.0，液体电解质会更少，到3.0就是全固态了，到4.0是更加优化的全固态。我们实验室里已经有3.0和4.0的样品，但量产现在只做到了1.0。”李泓说，因为中国有产业，他们做科研时就不只是强调原始创新，也要考虑解决实际问题。

据李泓介绍，卫蓝新能源的半固态电池能量密度目前已经达到了国际上的最高水平，为360Wh/kg，基本可以满足新能源汽车在续航里程上的需求。但是，李泓给他们团队设置了更高的目标，将来要把能量密度提高到400Wh/kg，甚至五六百。“这条路不好走。相当于我爬了一座5000米的山，已经是到顶峰了，结果你说前面还有一座6000米的、一座8000米的山要爬，越往上就越难。”这时候光靠企业自身的动力还不够，国家科研体系的支持也很重要。“你现在让企业去往400Wh/kg的目标走，他可能会觉得没动力。300Wh/kg的电池不都跑1000公里了，为啥要做到400Wh/kg？车能跑1500公里，但谁能开那么久？”李泓自问自答地说道，从国家层面来看就不一样了。除了汽车，电池在未来的应用场景还有很多，如果电池能量密度能做到400Wh/kg以上，电动飞机、电动轮船的续航里程就可以显著提高，海陆空交通将迎来全面电动化。“能量密度高的话，我们还可以让一辆电动卡车从北京一直开到上海，当然那是无人驾驶的，因为有人的话，按照交规的要求，每4个小时得休息一下。”

钠电池的未来

无论是固态锂电池还是液态锂电池，都需要用到锂元素，而锂在地球上是稀缺的，储量并不丰富。中科海钠的市场负责人康利斌说，他们粗略算过，如果把全球现有的锂资源全部开采出来，按照一辆乘用车60度电的标准，做出的锂电池大概可以造20亿辆车，撑死21亿辆。而现在存量的汽车（乘用车），光中国就有3亿辆，全球约15亿辆，除了乘用车还有商用车，并且全球汽车的需求量还在持续增加。如果将来油车全部替换成电车，锂资源肯定是不够用的。而且，锂材料不仅仅是用在车上，在数码产品、储能、医疗、航空航天等领域，也需

要消耗大量的锂资源。所以，和石油一样，锂资源也无法支撑新能源产业的长期发展。

锂资源的另一个特点是分布不均。全球已探明的主要锂矿主要集中在南美、澳大利亚等地。这些区域主要是锂云母、锂辉石等岩石锂矿，品位高（也就是矿石中锂的含量高），开采和提取也相对容易。中国虽然也有锂资源，但以卤水类矿物为主，比如青海、西藏等地的锂盐湖，品位较低，开采也不方便。所以，中国庞大的锂电产业所需的锂资源，百分之七八十都依赖进口。虽然中资企业这几年在全球买下了很多锂矿，但这无法从根本上保障能源安全——等于我们又回到了起点。

钠离子电池正是在这种背景下受到了重视。康利斌所在的中科海钠，和卫蓝新能源一样也是脱胎于中科院物理所，其主攻方向就是钠离子电池。董事长胡勇胜也是中科院物理所的研究员，他从 2011 年开始就研究钠离子电池，2017 年创办了这家公司。康利斌向我们介绍，钠离子电池和锂离子电池基本原理差不多，上世纪六七十年代科学界研究二次电池的时候，当时的技术路线还没有区分得很细，锂离子、钠离子、钾离子同时在进行，最早被提出的正极材料钴酸钠其实就是一种钠材料。“锂电池之父”古迪纳夫在搞钴酸锂之前，也做过钴酸钠，只是后面受到启发，转做了钴酸锂。

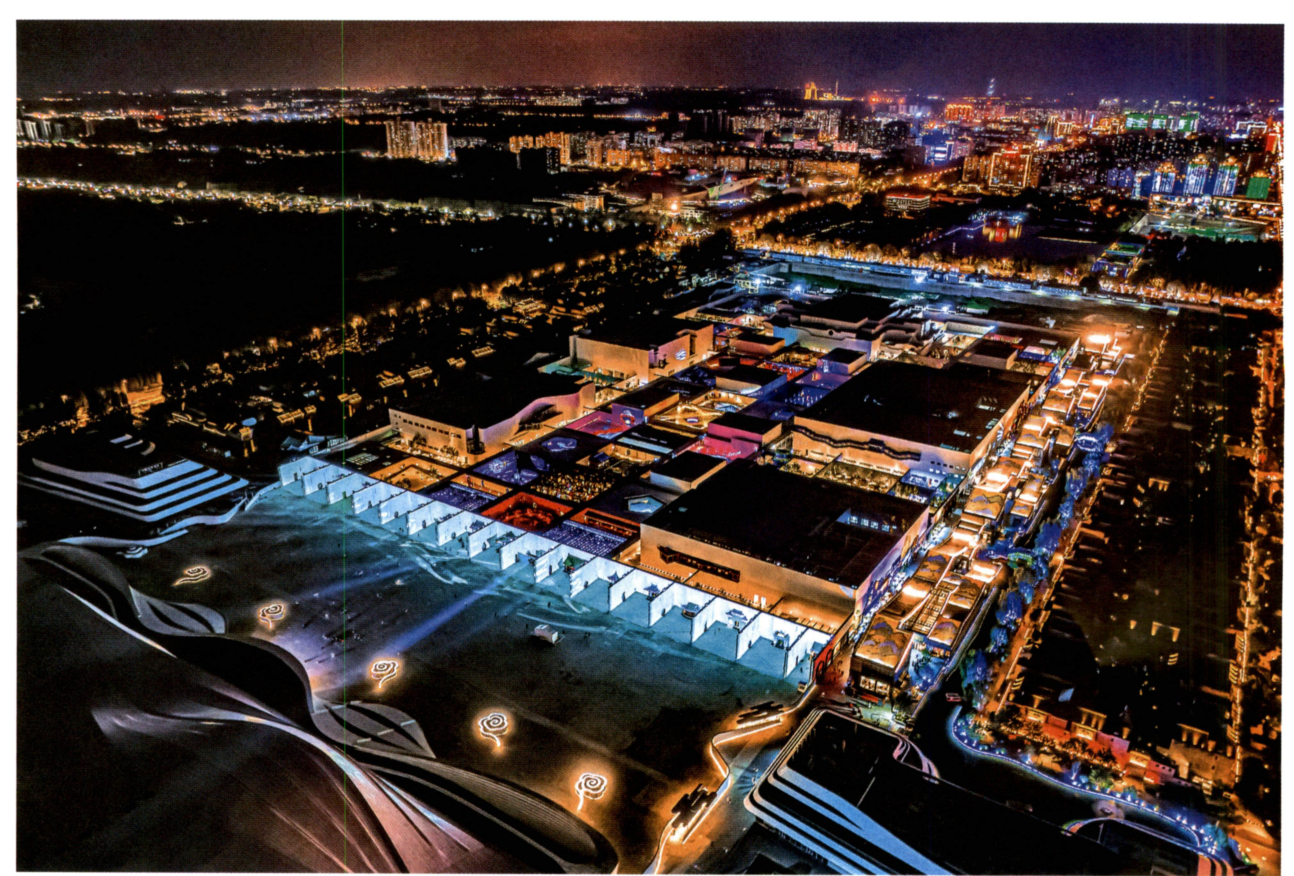
钠离子电池和锂离子电池的结构也基本差不多，分为正负极、电解液、隔膜等，只是所采用的正负极材料和电解液不一样，把锂离子电池的这三个材料换成钠电池的，就成了钠离子电池。而作为自然界最常见的元素，钠的优势是资源丰富、分布均匀、容易获取，价格也便宜，更不用太担心资源耗竭的问题。

中科海钠的钠离子电池产品目前已经实现装车，康利斌透露，他们的工厂已经开始批量交付。他非常相信，在目前市面上各类新型电池中，最先跑出来的一定是钠离子电池，理由是钠离子电池的产业链可以完美嫁接到现有的锂电池产业链中。“这就相当于这棵树已经是活的了，原来长的是李子，但我在上面再接两根桃枝，它就能很快长出桃子来。换句话说，它的生产设备、工艺以及各种产业配套不需要另起炉灶，你在这棵大树上面继续生长就行。”康利斌是“80 后”，搞技术出身，但对市场也有深刻的理解。

现阶段，包括中科海钠在内，已经面世的钠离子电池产品的能量密度范围一般在 100 ～ 160Wh/kg，比铅酸电池高 3 ～ 4 倍，略低于传统的磷酸铁锂，但跟三元锂比差距还比较明显。所以，要做到相同的容量，钠电池的体积就得比锂电池更大。这对空间有限的汽车来说是个挑战，但对于家庭储能（小储能）和电网储能（大储能）来说却不是问题。而且，钠电池产业化后，成本可以做到足够低。

储能，这是锂电行业当下另一个热门的话题。康利斌说，将来如果全面新能源化，储能电池会有巨大的市场空间，最后甚至可能会超过手机和汽车加起来的需求量。这基本是行业共识。因为“风光水”发电都存在一个问题，就是受自然条件的影响很不稳定，光照或者风力充足的时候，发电多，到了阴天或者无风时，发电量少，这就对输电网络造成很大的压力。所以，电网储能应运而生，发电多的时候，它可以存一部分，等不够了，再放出来，电网就能平稳运行。再说小的家庭场景，康利斌说，国外很多地方的电网不发达、不稳定，或者电价较高，如果将来成本降到比较低，大家就可以自己在家里弄一块光板，再加一个小的储能电池，那一家人的能源就都能解决了。这种分散式的能源，以后也是一个方向。

半固态、全固态、钠离子，以及研发了多年的氢燃料电池，到底哪一种在未来会颠覆这个行业，成为主流？康利斌认为，这些不同的技术路线也不完全是谁取代谁的关系，而是各自要找到适合的生存空间，这是市场来决定的。“比如现在国外很流行所谓的便携式储能，就是大号充电宝，锂电池要几千块钱一个，他们出去露营、烧烤的时候就带上一个。但国内的市场还不大，但你想想，如果它从几千块钱降到几百块钱一个，是不是很多人都会想来一个？有时候市场还没起来，可能还是因为太贵了。”溧阳天目湖研究院副院长郑允杰也讲过一个类似的小故事。在锂电池商业化后，铅酸电池被视为一种落后技术将会逐渐被取代。但有一回，他就问一个做电瓶车的老板，说虽然锂电池价格贵一点，但各方面性能明显比铅酸电池要好，还环保，“为什么你们不淘汰掉铅酸电池呢？”对方一个理由让他无法反驳：锂电池贵，容易被偷。



“只有红楼梦·戏剧幻城”俯视图

只有红楼梦：一座“幻城”的从无到有

文·三布

7月23日，位于廊坊的“只有红楼梦·戏剧幻城”正式开城。经历了8年的等待，这座城终于向观众展现了容貌，这是导演王潮歌“只有”系列的第四个作品。

荣宁二府和大观园都曾上演着《红楼梦》的故事，而位于廊坊的这座红楼梦主题幻城上演的是21世纪的《红楼梦》，悲欢离合，长歌当哭，五味杂陈，言人人殊——那是近300年间《红楼梦》的读者故事。

王潮歌的决定

一部《红楼梦》主题的大戏，怎么做？谁来做？当项目组找到王潮歌的时候，她断然拒绝，一推再推。这个主题让长期钟情于大型实景演出的潮歌导演陷入纠结。她觉得自己未必有能力覆盖这样一部作品，更不能以唱、跳、说的形式呈现这样一部文学巨著。在长期交流与反复思量之后，王潮歌最终答应下来，因为她终于找到了解读方式：转过身去，看那些阅读《红楼梦》的人。

鲁迅说过，一部《红楼梦》，经学家看见《易》，道学家看见淫，才子看见缠绵，革命家看见排满，流言家看见宫闱秘事。“一千个人有一千本《红楼梦》对吗？也就是说，读《红楼梦》的人读到的《红楼梦》其实都是不一样的，在不同的时间、地点，有着不同的境遇。您跟我完全是两个人，所以您跟我读到的《红楼梦》一定不一样。那么你看，读《红楼梦》本身，又是一本巨大的《红楼梦》。”王潮歌说。

王潮歌和她的团队随即进入了“疯狂”的创作中。“我之所以用‘疯狂’这两个字，是因为你不可以用辛苦、勤奋、困难这样的词来形容。不

可以说我们是不是又夜不能寐了，我们又攻坚克难了，我们又有新的灵感了——你完全不可以这样形容我们。只有‘疯狂’这两个字能代表我们整个团队的状态。”

这是一个疯狂的邀请，也是一个疯狂的答应，同时是一次疯狂的创作。“我坚信，当你走入这座幻城的时候，也会有一次疯狂的体验。”王潮歌接受采访时如是说。

把糖和盐放在一起，什么滋味？

疯狂是一种工作状态，是过程，不是结果。疯狂的邀请化作无数个夜以继日——哪怕找到了解题思路，完成它也不是易事。

这座戏剧城占地228亩，拥有4个大型室内剧场、8个小剧场，以及108个情境园林和室外剧场。剧当然重要，但是一部剧的呈现和戏剧感的“点睛”感，来自与众不同的剧场建造。建造的重任交给了建筑师王戈。“把糖和盐放一起，是什么滋味？”王戈反问道。对王戈而言，项目难度超乎想象，他觉得自己建了一个真真假假的东西，“这是我最没有数、最没有把握的，也最要努力去做的一件事”。

王戈和王潮歌常年合作，他了解王潮歌的性格。他知道王潮歌喜欢“推翻自己”，也喜欢“吓人一跳”。单从建筑上来说，让人吓一跳不是什么太大的难事，难在不着痕迹，无从下手。王戈举了个例子：“比如现在我们布局用的是棋盘格局，意味着所有的道路都是直的。但霸道式的直线在中国园林中是大忌，我们就得努力让中国文化里‘曲’的情愫在其中慢慢蔓延，这样，一个人全走下来之后，会觉得是个弯弯的路径。这个就是我们努力要达到的东西。”

建筑是时间的艺术，王戈努力在这座大园子里让人感受到时间的积累。“再给您举个例子，其中一个园林里有吊在空中的两层字，一般人不会注意到。当你走进去的时候，会看到一地碎片，分不清是什么，但是如果等5分钟，字会还原。在某种寓意上，字的周而复始就和《红楼梦》这本书一样，不断被重新考据，一版又一版，这个字与那个字的重新校定。”字是书的载体，是有形的。有形的东西如何用无形的方法去表达？30多米高的巨型建筑如何和一堵墙、一扇门产生关系？怎样用建筑设计手法体现中国审美里余音绕梁的状态？王戈希望能尽力超越有形的东西，让它“能够协助导演把戏剧上的那个‘味道’拢住”。

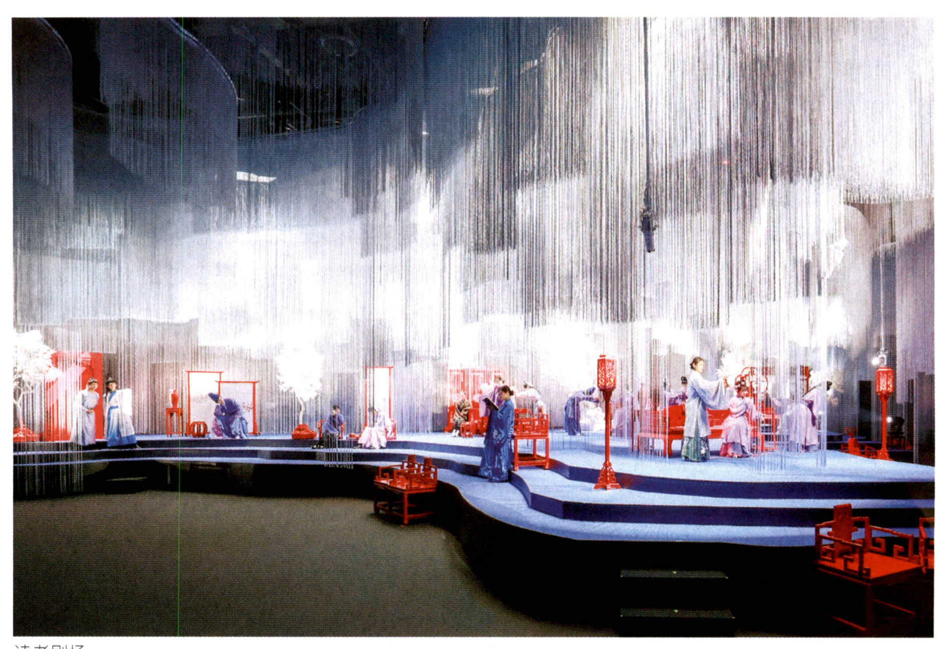
建筑也是容器。王戈曾经想过，当红楼幻城建好后，会有熙熙攘攘的游客来到这里，填满这里。他们的影子会投射到地下，他们会东张西望、左顾右盼。当这里可以容纳情感、容纳时间，甚至“容纳一个人一小节生命”的时候，这不就是一所大观园吗？

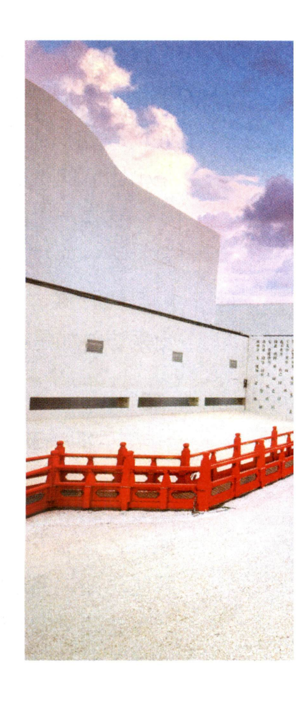
但是，大观园是人们对《红楼梦》的既定想象，似乎只有走在大观园里，才能窥见《红楼梦》。王潮歌既要让人感受到这一点，也致力要打破这一点。“有一个园林它不生长在土地上，而是生长在我们的心田和脑海中。这个园林是座幻城，同时也是您作为一个中国人最想抵达的那个美丽的理想之城。”用虚来表现实，这是假作真时真亦假；用实来表现虚，这是无为有处有还无。王潮歌就是用这样的方式，打造了这座红楼幻城；王戈也创造了自己职业生涯中的奇迹。

十六扇门后的中国式迷宫

这座幻城有十六扇门，这意味着十六个入口，可以排列组合成无数条线路，通向所有剧场和空间。门是通向下一个空间的节点，是进出之处，是吐纳之所，门让场景切换，甚至可以展示时间与空间同步的效果，创造出幻觉。这也让幻城有了“迷宫”之感。刚才进门时与你同行的人，一转眼就消失不见了。

在“只有红楼梦·戏剧幻城”里，“门”是极其重要的元素。总导演王潮歌曾解释道：“这些大小不一的门是中国古典门的一个放大和彩排，这里存在着某种序列，表现着中国的建造之美、含蓄之美、哲学之美。”也正因如此，破解这些序列的内在逻辑，是观众游园的乐趣之一。园林艺术大家陈从周曾说过，游园即品园。如同贾政和众清客在大观园中移步换景，边走边评，只是路旁不是潇湘馆、秋爽斋、栊翠庵，而是充满时代记忆，





读者剧场

但在设置上又和《红楼梦》读者故事有关联的二商店、筒子楼、上海路甲 36 号……

而不同园林中的音乐、歌声和话语，是另一位重磅“演员”，同时也是一位无形的导游，影响着人们前行的“动线”。这很像是博尔赫斯的小说《小径分岔的花园》的现实版。小说虚构了一个故事：云南总督彭寂放弃了高官厚禄，一心想写一部比《红楼梦》人物更多的小说，建造一个谁都走不出来的迷宫。主人公想象那座花园：“广阔无比，不仅是一些八角凉亭和通幽曲径，而是由河川、省份和王国组成……一个由迷宫组成的迷宫，一个错综复杂、生生不息的迷宫，包罗过去和将来。”

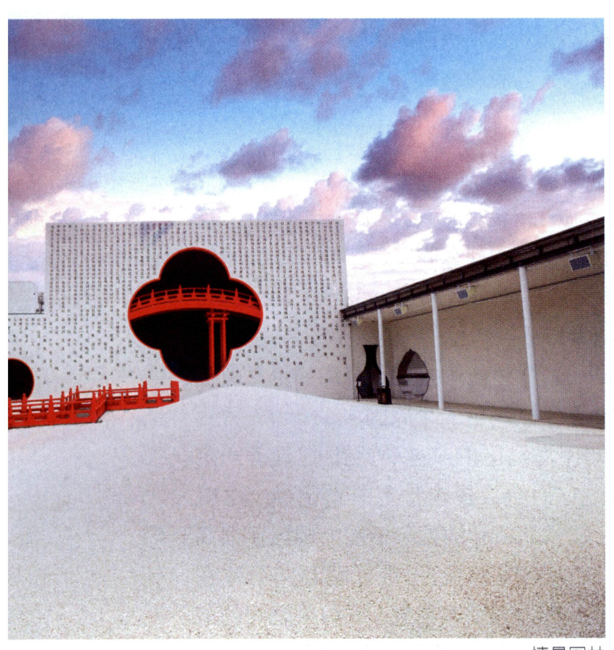
一个小巷里写着：“这里贾母与众人各处游玩了一回，方去上楼。”仿佛要讲清虚观打醮看戏的故事，但走进去是一条年深日久的走廊。地上堆着一些笼屉、笸箩和成串的辣椒，巷子中回荡的声音仿佛设置了一道谜题：这是大观园群芳流散后的空巷吗？这是妙玉被劫后流落的烟花巷吗？这是晴雯被拖拽出府时回望过的甬道吗？你会一下子被带入到红楼故事之中，重温那些悲喜。

“只有红楼梦·戏剧幻城”骨子里是传统的，有中国画的大写意气质，但是设计语言却是极其现代的：“多巴胺配色”富有视觉冲击力。粉嫩嫩的灼灼桃花、朱红的朝天开着的两扇大门、亮银色的无数镜面组成的迷宫、每面墙都是墨绿色的房子……镜面迷宫可以照见天空、尘世和自我，镜子上还写着出自《红楼梦》的诗句，“可怜风月债难偿”“春恨秋悲皆自惹”，值得细细品读；《芙蓉诔》被写在了墙上和地上，蓝天灰底白字，衬托出墙上镂空的红色阁楼华丽鲜艳；一个看起来像是智通寺的黄色小庙的门口，用篆字书写着：身后有余忘缩手，眼前无路想回头。情景园林和《红楼梦》文本不断形成“互文”，引人思考。

《红楼梦》就这样被打散了藏在这座迷宫之中。不了解《红楼梦》故事的人，也可以欣赏精巧的设计，开心地打卡。喜欢解谜的，可以品味迷宫和解谜的妙处，而且对《红楼梦》淫浸越深，越能获得更多快感，并和创作者引为知音。这座“迷宫”值得多花时间细品，以游园的放松心态处处流连，也更容易缓解部分网友吐槽的排队焦虑。

在红楼宇宙里大梦一场

充满奇思妙想的建筑迷宫是第一层，戏剧则



情景园林

是更深一层的迷宫。尼采认为，日神精神代表秩序，酒神精神代表狂热。中国人被认为过于务实，缺乏酒神崇拜，而戏剧可以令人在酒神精神中完成精神升华。“只有红楼梦·戏剧幻城”里风格迥异的十几出大戏，很容易让人有穿越之感。

在短小精悍的无情节剧《何处燕坐》中，装扮嘻哈的宝钗、探春、宝玉会让你感受到什么是后现代；“上海路甲36号”剧场可以给人一种置身于民国悬疑谍战剧中的逼真感受；《四合院》的故事则发生在2018年北京的一座四合院内，两个年轻的外地租户“刘姥姥”的故事让人一秒代入；而在网上颇受关注的“第三十五中学”剧场是一波“青春回忆杀”，校园里有关红楼读者的故事，就在这里发生。在没有座椅可落座，只有床可以躺的“床”剧场中，你的旁边很可能躺着一个陌生人。还没等缓和完尴尬，陡然之间你发现自己的影像映在了房顶。35分钟的戏一结束，从床上起来时，就像做了一个梦。

在风格迥异的戏剧中，有对《红楼梦》第三十三回的重新解读；有程伟元和高鹗现身说法，言说《红楼梦》的“书不尽”；有1965年攀枝花三线厂的故事，主角叫“迎春”，重新聚焦被理想灼伤的一代人；也有当代宝玉的故事，一个男孩因为举止温柔而被霸凌，最终和解后很多人一起被疗愈。水幕、威亚、360度舞台、极致声光电，上千名专业演员，在十几部戏里，演绎近300年间《红楼梦》读者故事的悲欢离合。1812年、1936年、1965年、1987年、2018年……不同年代的“《红楼梦》读者”的故事，又是一本巨大的“红楼梦”。

很多读者在读《红楼梦》时，都对其中的人物有自己生活中的对照和投射。而在“只有红楼梦·戏剧幻城”里，每个人都能以自己的身份穿越，在红楼宇宙里大梦一场。幻城不仅为读者打开一扇通向《红楼梦》的门，也让文学不再是划分阶级和喜好的标志，而成为连接不同读者的桥梁。在这里，每个知识、背景、身份不同的读者都平等地拥有获取阅读快乐与表达自我的权利。

在不断的转场中，观众——也是读者，将走到最后一个空间：“读者剧场”。这是剧场对观众的献礼。不同时代的《红楼梦》读者，以不同形式、不同造型读着《红楼梦》，环形LED屏幕上播放着不同的《红楼梦》读者的名字：高鹗、胡适、俞平伯、周汝昌、张爱玲、王蒙、白先勇、王潮歌……除了专业的名家，还有一些普通人。所有的读者就这样被平等、有创意地联结在了一起。

作为一座新的文化地标，“只有红楼梦·戏剧幻城”将《红楼梦》读者300年的悲喜复现到舞台上，将中国的文学、审美与哲学，通过国际化的景观建筑、戏剧和艺术，重新书写，再次创作。一代代读者将用自己的“续写”方式，汇成《红楼梦》与红楼读者的浪漫故事。正如演员何冰在开城演讲中的深情表达：“就在所有如炬目光的尽头，一座幻城正在升起。放眼望，五千年星光穿胸而过；低头见，三百年歌哭准备就绪。”

这座《红楼梦》读者之城，一定程度上是不同时代与背景的读者情感的具象化。幻城里的所有细节，都是《红楼梦》的草蛇灰线，都是为读者“造梦”。每个人有每个人的《红楼梦》，每个观众都是幻城的一部分，四下游走，一笑会心，随缘聚散，无需言语。在精神上，我们与这部奇书从未有过片刻分离。

人脑细胞会更新吗?

主笔 · 袁越

神经细胞是一种高度分化的细胞，这类细胞基本上失去了分裂的能力，这就是为什么成年人的神经细胞一旦受伤就再也无法修复了。刺激神经细胞再生是科学界的圣杯之一，因为一旦获得成功，医生们不但可以让瘫痪的人重新站立起来，还可以重塑人的大脑，从而攻克迄今为止最难治疗的阿尔茨海默病。

说起来，人类的大脑具备超强的可塑性，如果一部分脑组织缺失了，其余部位可以改变其功能，从而填补缺失脑组织留下的空白。但这种可塑性是依靠现有的脑神经元改变其连接方式而实现的，直到今天科学家们都不敢肯定成年人的脑神经元是否具备再分裂的能力。

众所周知，阿尔茨海默病的病因就是脑细胞的大面积死亡，尤其是海马区的脑细胞死亡最为关键。现有的治疗思路都是想办法刺激剩下的脑神经元改变其连接方式，以此来填补死亡脑细胞留下的空白。但如果死亡的脑细胞数量太大，剩下的脑细胞再怎么努力也不管用，只能想办法刺激活着的脑细胞发生分裂，重新生成一批新的健康脑细胞。

这里面的一个关键问题是：人类的脑细胞是否天生具备再生功能？如果答案是肯定的，只要想办法激活这个功能就行了。如果答案是否定的，那么这个治疗思路就会变得异常困难。可是，这个关键问题至今都没有确切答案，因为科学家们没法用活人做实验，只能依靠死者捐献的大脑来进行这方面的研究。

此前的通用方法是通过一些特殊的免疫试剂来检测死者的脑组织内是否存在细胞分裂的迹象，但这类实验非常难做，实验结果存在很大的不确定性。后来科学家们发明了单细胞转录组学技术，可以通过分析单个细胞内的信使 RNA 的类型来确定该细胞到底是不是具备分裂能力的多功能干细胞。

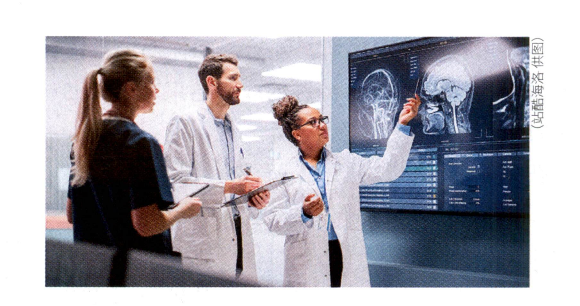
当这项技术被发明出来时，科学家们一度认为这个问题很快就会有答案，谁知不同的实验室运用同一技术做了一系列实验之后，却得出了自相矛盾的结论，这是为什么呢？

荷兰神经科学研究所（Netherlands Institute for Neuroscience）的伊芙金尼娅·萨尔塔（Evgenia Salta）博士把这些相互矛盾的论文数据重新分析了一遍，找到了 4 个原因。

第一，即使海马区的某些神经细胞具备一定的分裂能力，它们的数量也肯定非常稀少，这就对实验设计、样本制备和数据分析能力提出了很高的要求；第二，黑猩猩实验已经证明不同个体在神经再生方面的能力差别非常大，人与人之间的差别肯定要比黑猩猩更大，所以有些实验室测不出信号很可能只是因为运气不好；第三，不同样本的病理学差异会对实验结果产生很大影响，这就需要实验人员具备高超的样本制备技术，否则也会丢失信号；第四，目前大部分实验室采用的都是从小鼠那里获得的基因标记物，这些标记物很可能不适用于人类大脑，所以得出的结论不可靠。

萨尔塔博士将研究结果写成论文，发表在 2023 年 4 月 3 日出版的《神经元》（*Neuron*）杂志上。作者号召国际学术界召开一次研讨会，统一实验流程，否则这个问题永远无法解答。

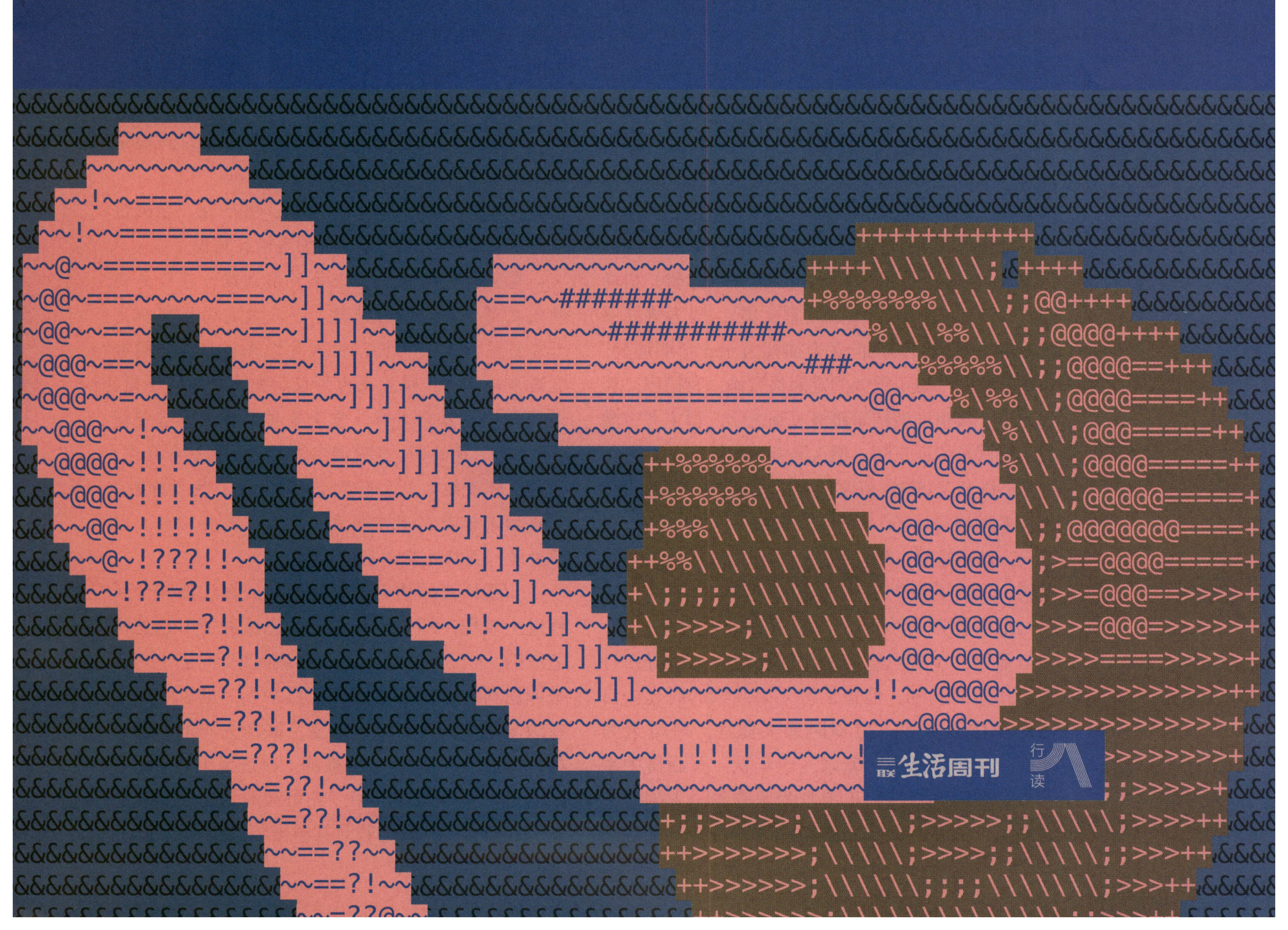
这个案例再一次清楚地表明神经生物学的研究难点就在实验上，因为活人实验很难做，我们至今连人脑是否具备再生能力这个很基本的问题都还没有找到答案，攻克阿尔茨海默病可谓任重道远。


（站酷海洛 供图）

第二届行读图书奖 - 新知 TOP10

中文原创图书 01《法律简史：人类制度文明的深层逻辑》| 02《自行车、港口与缝纫机：西方基建与日常技术在亚洲的相遇》| 03《中国大猫：13 种中国野生猫科动物的发现及保护故事》| 04《罗建功打官司（1914-1940）：乡绅权势、宗祧继承和妇女运动》| 05《观我生：壁画上的中国史》

外文翻译图书 01《毫无意义的工作》| 02《商品帝国：一部消费主义全球史》| 03《科学的起源：中世纪如何奠基现代科学》| 04《欧洲自然史：生命如何创造、塑造和改造这片土地》| 05《成瘾：在放纵中寻找平衡》



四库全书纪事之五征君（2）

邵晋涵：言史学则推君

文 · 卜键

比较起浙江同乡余集，邵晋涵要年轻五岁，但学问和名气都大很多。他是浙东学派的代表人物之一，也是清代屈指可数的一流史学家。晋涵在未第时已以无书不读、过目不忘著称，进入四库馆后，遇有同事和总裁询及历史疑点，能随口告知出于某书乃至某页，获得信服。那时的学人谈论四库纂修，有一种说法是经部首推戴震，史部首推邵晋涵，子部首推周永年，集部首推纪昀，自有其道理在焉。五征君之美誉，也主要仰赖戴、邵、周三人。

邵晋涵为宋代邵雍之后，南渡之际族裔流播浙江，本支始祖邵忠曾任扬州路都巡，退仕后定居余姚通德乡清风里，"代有闻人，科名接踵，冠盖相望"。这些誉辞出于晋涵的好友洪亮吉，虽有几分夸饰，也非空穴来风。余姚邵氏乃耕读之家，晋涵的高祖邵琳中明崇祯十三年副榜，由教谕升山西洪洞知县，有文集行世；从祖邵廷采（念鲁）科场受挫后专心著述，有《思复堂文集》，号为姚江书院派的殿军；祖父邵向荣登康熙五十一年明通榜，自请就教职，做了很久的定海县教谕，有德声，著述亦丰；叔祖邵坡精研濂洛关闽之学，得主考官激赏，会试卷传诵京师，遭人陷害而落第；晋涵之父邵佳鋐随叔父读书，好学深思，记忆力与悟性超强，也较多影响到儿子。给予晋涵良好家教的还有母亲袁氏，幼承家学，熟知明史，常讲给儿子听，耳濡目染，养成了他对历史的浓厚兴趣。

邵晋涵四五岁时，就被祖父带至镇海县学，亲自课读，年长六岁的哥哥履涵也时加引导，打下了扎实的基础。他曾忆写兄弟共读的时光，自己幼年体弱多病，20岁时患失血症，哥哥亲为调理，两年多始愈。乾隆三十年秋，晋涵得中举人，名列第四。该科正考官为曹秀先，入闱后突然患病卧床，阅卷由副考官钱大昕主持，读晋涵卷"谓非老儒不办"，见面始知如此年轻，学识博雅，拊掌称不负此行。后邵晋涵两赴会试皆落第，奔波于京杭之间，也为生计去做家教，终于夺得三十六年辛卯科会元，亦即会试的第一名。据朱筠描述：大学士刘统勋拿着一份试卷，对着任同考官的他赞叹不已，朱筠读后认为一定是邵晋涵的，极力赞同拔置第一，拆封后果然不差。刘统勋询问何以判断神准，告以当今优秀学者多与晋涵交往，自己也读过其文章，当然不愿意再错失杰才。廷试之后，邵晋涵列在二甲第一名，而诡异的是不仅未能入选庶吉士，甚至连分部见习都没有，给了个待分配。

这几乎是从无先例的事情，为什么？只能是皇上发了话，可原因又是什么？

《清高宗实录》卷八五三载，弘历在"亲阅定进呈十卷甲第"时，对刘统勋等读卷官说：

前因殿试对策，贡士等多用颂联，甚非先资拜献之道，屡经降旨饬禁。今日读卷诸臣将拟定十卷进呈，阅其文词，仍未免颂多规少，其间且有语涉瑞应者，朕意深为不取。夫文章华实不同，即关系士习淳漓之辨。贡士等进身伊始，若徒挦扯肤辞，习为谀颂，岂敦凋实学本意。现就各卷中，择其立言稍知体段、不至过事铺张者，拔列前茅；其措词近浮及引用字句失当之卷，酌量抑置。以昭激劝，并将此旨通行晓谕知之。

一番话高屋建瓴，气势恢弘，真让那些个新科进士羞愧，却一点儿也不反思这种情形是怎样造成的。《石渠余纪》卷一亦载此事："三十六年辛卯恩科，廷试邵晋涵等一百余人，论以进呈十卷颂多规少，且有语涉瑞应，朕深为不取，乃择黄轩为第一。"由此也可推测：在进呈十卷中，晋涵的排名极可能在一甲，先是被改为二甲，尔后又落选庶吉士。就连曾对其卷击节赞叹的刘统勋，

因皇上发了话，也不便再进一言。

意外的高中和更为意外的落选庶吉士，使邵晋涵如坐过山车，个中滋味，当事人自己未写，也就不烦猜测了。离京前，他到乡试座师钱大昕处辞行，聊天时谈了父亲的治学尤其是读《易》心得，恳请老师撰文表彰。大昕颇为赞赏，撰文详记二人的对话，也表达了对晋涵遭遇的惋惜。持这种感受的还有朱筠，他在当年冬抵任安徽学政后，即将邵晋涵延揽入幕。那是一段愉悦的日子：学署设于靠近长江的太平府，署中聚集了章学诚、黄景仁、洪亮吉等人，戴震也时常来聚。担任学政期间，朱筠推行自己的治学理念，提倡朴学，孜孜于发现和培养人才，巡考阅卷之暇，则与一班幕友切磋琢磨，一起探讨学问。就是在这一环境中，邵晋涵与章学诚、洪亮吉等结下终生情谊。

乾隆三十八年春的征召之旨，邵晋涵应是在安徽凤阳接到的。其时他正在某塾授徒，有些不开心，闻讯必抓紧启程赴京。前面已写到五征君皆有四库总裁的举荐，而提名邵晋涵者，一说是刘统勋，一说为于敏中。统勋本来就看好他，对其被弃用应怀着一份歉疚，自会趁修书之机相荐；敏中与学界交往更多，素喜延揽人才，久闻晋涵博学，也要力加推举。而乾隆帝的性情果毅，冲动之下常有偏执之举，事后也会反思，听到近臣的推荐，尤其是对晋涵入馆后良好表现的介绍，好感大增。于敏中在致陆锡熊的信中写道：

> 闻邵会元已到，其人博洽，于书局自大有益。前岁圣母万岁诗册内有“玉閶开寅”语，上询见于何书，遍检无可复奏。彼时敬堂先生云此稿出邵会元之手，便中希问之，将玉閶二字出处寄示为嘱。

可知当初邵晋涵还留下一个疑问，搞得皇上和大臣都弄不明白，现在他回来了，敏中赶紧询问。



（樊甲山摄/FOTOE供图）

《旧五代史》，清乾隆四十七年（1782）抄本。邵晋涵在四库馆仅两年多，最重要的成果是完成《旧五代史》的辑录

陆锡熊接信后自会去找晋涵，在复信中写明，敏中在下一封信里也写及，称“旧疑已释”，也会趁便回复皇上。而因看不到锡熊的信，我们仍不得要领。当年乾隆对他的反感或也与此有关，整一些罕见怪词在朕前显摆，偏不用你！

五征君入馆之初，全都参与了《大典》辑佚，又因内蕴与学识不同，成绩远非一般翰林可比。当年七月弘历传谕内阁，为他们进入翰林院打开了大门，晋涵于四十年四月直接参加壬辰科庶常的散馆考试，授为编修。孰料天有不测风云，老母袁氏于当年秋病逝，邵晋涵闻讯即离职南奔，在家乡为母亲守丧。由此逆推，此前他在四库馆仅两年多，最重要的成果是完成《旧五代史》的辑录。

邵晋涵结束丁忧返京，已是四十三年秋，仍以编修回四库馆办书。他在第二个阶段的工作重点，应是撰写提要，《南江文钞》收录有37篇，如其为《史记》《汉书》《后汉书》等写的提要，皆属重要条目，悉出晋涵一人之手。钱大昕称：“言经学则推戴吉士震，言史学则推君。”诚哉斯言。

霍伊伦德：又一个身价的奇迹

文 · 张斌



丹麦足球运动员拉斯穆斯 · 霍伊伦德

曼联缺中锋，尽人皆知，只有四下里求贤。红魔转会市场预算并不宽裕，但为增强火力，集中财力签下了明年 2 月才满 21 岁的丹麦人霍伊伦德，青春无敌、金发高个、北欧血脉，活脱脱的“曼联哈兰德”，身价也仿佛同城同款锋线“食人魔”。以美元计，霍伊伦德身价逼近一亿，曼联居然是这位年轻人 18 个月以来效力的第四支球队，爆发式增长着实有些炫目。

认知曼联队史上转会身价第五高的小将，要从其名字开始，英国媒体给众人普及这个丹麦名字的准确发音为“hoy-lund”，最后一个“d”宜轻轻发音。去年初，18 岁的霍伊伦德在丹麦布隆德比队曾苦于上场机会不足，如今已暴得大名，被寄望于红魔复兴之路上增光添彩，十足的一步登天。

从哥本哈根驾车北行半小时，可寻到小城赫斯霍尔姆，近看闻名遐迩的厄勒海峡，依稀远眺邻国瑞典，此地便是小英雄的出处。小城中产聚集，氛围宁静，孩子们醉心于运动，各有所长。城中 HUI 业余足球俱乐部在丹麦都享有盛誉，1400 名孩子平日在此训练，而支撑着俱乐部运行的重要力量是 150 名家长志愿者，这其中便有霍伊伦德的父亲安德斯——一位曾在低级别联赛中踢球的足球爱好者以及母亲基尔斯坦——一位曾经的百米冠军。一个典型的运动之家，安德斯作为 HUI 的教练员，基尔斯坦作为家长联络员，在霍伊伦德 4 岁时便将其带上了足球场，此后的一对双胞胎弟弟与哥哥的球场成长经历自然也完全一致。霍伊伦德自小便展现了出众的身体条件，但更被家乡人所铭记的是其对于足球的痴迷程度，小城多雨，训练时常受阻，兄弟三人回到家中在父亲修建的地下训练场里继续开心踢球。

12 岁时，霍伊伦德加入布隆德比队青训体系，拾级而上，在 U19 梯队中展现出的强劲破门能力让其理所应当地快速升入一队，但此时俱乐部高层还未曾笃定此子日后必有大成，很克制地给予其出场机会。如今回看，从 2020 年 10 月为布隆德比处子秀登场，及至此后效力的 14 个月，霍伊伦德总计出场 32 次，791 分钟，仅有三次首发，没有一次踢完全场。俱乐部很冷静，小将能力尚不足以支撑大场面，循序渐进就好。此时，奥地利格拉兹风暴队恰在丹麦淘宝，见到速度奇快的霍伊伦德，开价近 200 万英镑，布隆德比队认定是笔划算买卖，签字放人。

步入奥地利联赛，霍伊伦德火力全开，前三场比赛便连入四球，格拉兹风暴队上上下下狂喜不止，更重要的是丹麦队也给了年轻人为国首秀并破门的机会。直到此时，布隆德比队略感当初放人草率了，而风暴队则认定喜获一颗注定将被打磨得熠熠发光的好钻，他不仅不负众望迅速填补了锋线空缺，而且让 20 年缺席欧战的老球会陡然拥有了一笔高价值资产，丹麦小伙子的自信、自驱力和职业道德无不令人称道。

职业足球的价值创造链条很清晰，风暴队的欣喜与满足自然也会惊动其上游买家，亚特兰大队素有盛名，一眼相中高速上升中的霍伊伦德。一年前，风暴队在价值 1700 万英镑的转会合同上签字，不足一年，1000 多万英镑的纯利，小球会的大买卖，此番霍伊伦德加盟曼联，奥地利人还能再获 300 万英镑分成。亚特兰大前几个赛季战绩不俗，但也被黑作“黑店”，就是暗讽俱乐部过度在意买人卖人，为逐利无所不用其极。加盟亚特兰大之初，霍伊伦德并未迅速爆发，卡塔尔世界杯后才上演了精彩的一月奇迹，连续破门，有些快速突进单骑闯关的进球被奉为“神迹”，在丹麦国家队中也适时上演帽子戏法。

虽然在亚特兰大的进球数不过 9 个，但是霍伊伦德的踢球方式还算悦目，据说正是腾哈赫所好——一个飞奔的高大 9 号。不过近亿身价很容易引发外界非议，也有人在等着看曼联笑话，但是转会无一不是风险，需要时间检验，这样对 20 岁的年轻人才算公平。

第二届行读图书奖 - 文学 TOP10

中文原创图书 01《一百年，许多人，许多事：杨苡口述自传》| 02《镜迷宫：莎士比亚十四行诗的世界》（全六册）| 03《我在北京送快递》| 04《未婚妻》| 05《豹迹：与记忆有关》

外文翻译图书 01《无尽的玩笑》| 02《约翰生传》（全译本）| 03《哈佛新编中国现代文学史》（上下）| 04《普鲁斯特传》（上下）| 05《托马斯·曼：生命之为艺术品》

大家都有病



朱德庸

特别通关

我会软骨功，可以缩进一个小水桶。

NO！

特别通关

我会变魔术，可以变出一桌酒席。

NO！

特别通关

我可以一口气翻十个跟斗，还会铁布衫金钟罩。

NO！

一般通关

算哪门子“特别”通关？！

这孩子怎么回事？一直哭一直哭……

搭飞机千万别遇上有毛病的人。

我肚子疼想上洗手间。

飞机要起飞了，按规定，洗手间不能上了。

按规定，别的地方应该也不能上。

空中乱流分晴空乱流、机尾乱流。

山岳波乱流和上升乱流、下沉乱流。

还有……

你刚才和空姐眉来眼去！！

老婆和老公两个人之间的乱流。

老公，我要坦白，我和你好哥儿们约会。

老婆，我对不起你，我和你闺蜜上床了。

我还背着你在外面有了私生子。

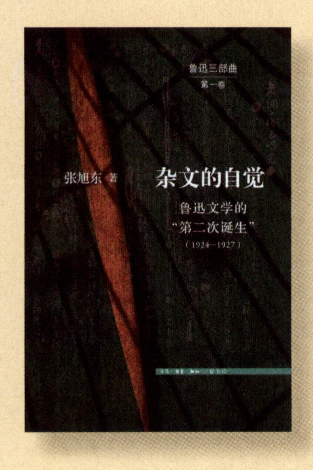
我一直不能怀孕是因为我都打掉了。

其实我打从一开始就没爱过你。

我是为了钱才嫁给你，而且常想毒死你。

我是机长，我们已飞离暴风乱流，现在安全飞往目的地。

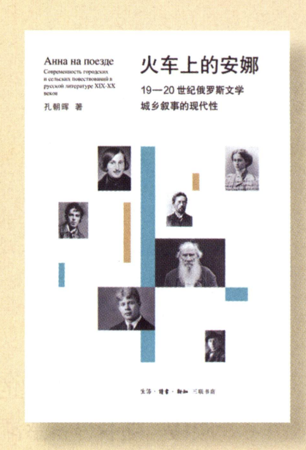
这对夫妻下机就办离婚了。



杂文的自觉：鲁迅文学的"第二次诞生"（1924-1927）

张旭东 著　定价：148.00元

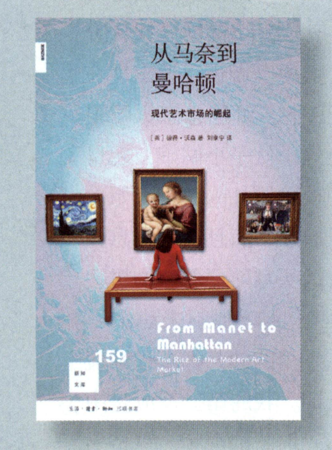
"鲁迅三部曲"首卷，分析鲁迅文学在1924—1927年间如何以"杂文的自觉"为标志从而"成为自己"。此期间鲁迅文学所面对的空前的外部挑战和内部压力，带来一系列深刻且不可逆的风格史及文学原理意义上的选择、决定和突变。



火车上的安娜：19-20世纪俄罗斯文学城乡叙事的现代性

孔朝晖 著　定价：87.00元

12位作家的12种命运串联起19—20世纪俄国文学中的城乡叙事。在俄罗斯漫长而曲折的现代性进程中，城市与乡村，农民与土地，西化与传统的冲突始终未能和解，而现代人在这冲突漩涡里的觉醒、激情与惰性，反抗、毁灭与妥协，正是典型的现代性体验。



从马奈到曼哈顿：现代艺术市场的崛起

[英] 彼得·沃森 著　刘康宁 译　定价: 79.00元

人们关于艺术的审美判断究竟是源自本心，还是有一双看不见的手在操控大众的审美取向？本书通过丰富翔实的材料，对现代艺术市场的发展历史进行了细致详尽的梳理，对艺术和商业、美与金钱的关系做了深入透彻的分析。



从丹皮尔到达尔文：博物学家的远航科学探索之旅

[英] 格林·威廉姆斯 著　珍栎 译　定价：68.00元

"漫长的18世纪"，是太平洋大探险时代，大批博物学家首次远洋探险，从欧洲扬帆起航，去发现未知的异国动植物。本书就是这一群勇于奉献也离经叛道的探险学者的故事，科学启蒙时代的精彩人物会聚一堂，记录了一个充满了新奇迹的自然世界。



美国南方纪事三部曲

[美] 瑞克·布拉格 著

瑞克·布拉格，曾任《纽约时报》记者，1996年获普利策专题写作奖。布拉格是一个以"红脖族"（Red Neck）文风著称的南方乡土作家。

瑞克·布拉格生于20世纪50年代的亚拉巴马州，这里属于美国深南部，是传统南方文化的核心区域。他的"美国南方纪事三部曲"《库萨河的查理》《悲歌长啸》和《蛙镇王子》，生动呈现了一个中国读者远未了解的美国。他以敏锐、生动、明亮的笔触，描绘着他的家族及其生活的时代，时间跨度从1920年代至今。超出家族史层面，布拉格还在书中记录了美国深南部社会面貌的变迁。在他力求克制的笔下，没有大历史的芜杂，没有大人物的荣耀，唯有普通民众的欢笑与眼泪、卑微与梦想，却也让读者亲历了一个个平凡而震撼人心的瞬间。



买房也要百日冲刺

文 · 大可不必　图 · 陈曦



离开金碧辉煌的售楼处，我仿佛摘下了加强版 VR 眼镜。随着兴奋感渐渐褪去，字迹未干的认购书在手里越攥越紧，恨不得从房价的那一串零中挤掉几个才好。这时，我和老婆才真切地意识到，我们距离新房还有 1/3 首付的距离，必须在近百天内跨越。

买房一直是我的心病，也是我的执念。最初是因无房而买房。若干年前初入职场，自己赚钱自己花的喜悦还未来得及细细品味，就被当时房价的高歌猛进狠狠地踩在脚下。在公司附近勉强租了落脚的地方，房东还想瞅准机会把房子卖个好价钱，反复提醒我爱护家具、爱护地板、爱护墙面。那时小区里随处可见挂着花花绿绿工牌的房产中介带客看房，天再热也要把衬衫的扣子扣得一丝不苟。临近过年，更有“节前买好房，过年好见丈母娘”的巨幅促销标语横空出世，让同时身为单身狗和租房客的我感受到极不友好的双重暴击。

后来有了看对眼的姑娘搭伙过日子，也在这座城市有了属于自己的房子，但首套房已经解决了“有没有”的问题，第二套房就是奔着“好不好”去的。除了考虑户型、楼层、朝向等，对地段、学区等附加值有了更高的要求，叠加起来的结果就是一个字：贵！

一个普通的周末，陪老婆逛街路过市区某新开楼盘，原本只是想了解行情，结果被精致的样板间和完善的配套破了防，直接杀入价格谈判阶段。拉锯战持续到可以吃宵夜的时间，终于磨到了一个还算满意的价位。这时尴尬了：不买吧，这个价格下次来可不一定有，而且喜欢的那套房不付定金就不会被保留；买吧，这可是买房啊，不是应该多看几次多谈几次再定下来吗？感谢便捷的手机支付，10 万元定金随着“嘀”的一声转到了开发商账户，一切纠结烟消云散。

毕竟是临时起意，资金准备并不充分。全部存款打底，再把理财产品赎回，首付还有 1/3 的空缺。我们和开发商达成了一项类似对赌的协议，即三个月内交齐首付，否则就可能面临定金被扣除的风险。

我和老婆决定用这近百天的时间把首套房子出手回笼资金。我安排了时间表，先用一周时间把卖房信息广而告之，最后 15 天用来交割过户，中间就是寻找买家和谈判的时间。计划足够清晰，卖房广告也迅速出现在房产中介的橱窗和房屋买卖 APP 上，可是总感觉哪里不对劲：以前房产中介是清一色的小伙子小姑娘，起早贪黑、干劲十足，现在接待我们放盘的几乎都是大姐大妈，到点了还要去买菜、接孩子放学；而且卖房信息挂出去一个多月，居然连作为陪衬给买家随便看看的机会都没有，我原本担心不够用的两大包鞋套原封未动。

这近百天的时间就像紧握在手里的沙，抓不住地流走，卖首套房回款的目标遥遥无期。我的第一反应是中介不够卖力，干脆自己下场推销，拍照拍视频、写楼书软文，但都收效甚微。最后，只能简单粗暴地降价了。然而，即便把价格降到我们的底线，那个卖房后刚好凑齐新房首付的底线，来看房的人仍然寥寥无几。

楼市今非昔比，我们全力想卖出去的房子“横盘”了。这下房子没买到，还把 10 万元定金搭进去，真乃赔了夫人又折兵；但有了这段卖房体验，对新房的憧憬愈加强烈，于是不再头铁嘴硬，在亲朋好友的帮助下凑齐了这艰难的 1/3 首付。

新房交付那天，我们兴冲冲地穿过宽敞通透的客厅，在阳台上看到了那片号称城市封面的海景，遥望了那所名字响亮的学校。老婆先是感慨“改善型住房”这个概念真贴切，随后又嗔怪我和她一起冲动消费，首付不够借钱都要买。我淡定地笑笑，问她新房门锁的密码想怎样设置。为了改善而冲动，为了更好而冒险，可能是最容易原谅的一种错误吧。

本栏目投稿邮箱为：yourproblem@lifeweek.com.cn


三联生活 | 茶 出品
佛雪
茶
手梨
雪梨佛手茶
高采摘标准·嫩采芽叶
传统做青
○
经典炭焙

玛莎拉蒂全新Grecale GT
日见新生

玛莎拉蒂全新Grecale GT
绽放每一日的优雅时刻

敬请莅临玛莎拉蒂当地授权经销商，
或致电 400 688 5111

